編號： (107)010.0803

『「創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析」委託研究計畫(第一期)』

本書係研究者個人之觀點，不代表本會意見

國家發展委員會 編著

中華民國 107 年 6 月

編號：(107)010.0803

「創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析」委託研究計畫(第一期)

委託單位：國家發展委員會

受託單位：財團法人臺灣經濟研究院

計畫主持人：張建一

協同主持人：花佳正

計畫期程： 106 年6 月28 日至107 年6 月27 日

計畫經費： 新臺幣 648 萬元整

國家發展委員會 編著

中華民國 107 年 6 月

中文摘要

各國面臨數位創新轉型革命，隨著下一代雲端、人工智慧與數據邊緣運算、無人機與機器人等新興科技的持續成熟，未來數位化時代正式來臨。當標準化已經不是生產消費追求的重點，未來需要是創新與客製化。因應數位時代的來臨，帶來商業營運模式的改變，民生日常需求都因數位化科技的興起而改變；產業啟動其數位科技化生產模式皆因數位科技而改變其原來樣貌。

數位創新趨勢影響程度相當廣泛，為能完整全面性衡量在其影響下，我國未來工作型態與技能需求，本研究在長期觀測方法建構上，將透過彙整國內外文獻報告、國外研究機構拜訪研討、對照我國與歐美工作及技能架構、召開國內產學研專家座談會，捕捉國內外未來創新經濟發展下，產業發展與工作環境變化及國內勞動市場的挑戰。本研究聚焦分析智慧農業、智慧機械、綠能科技、生技醫藥、金融科技、智慧零售等業別，藉以前瞻掌握我國不同產業發展其工作與技能的可能質性需求樣貌與亟需積極培養的人才及技能方向，以期在未來快速產業發展變革下，續保國內就業競爭力。

據本研究分析，數位創新趨勢對產業人力影響深遠，現已對產業技術/產品發展產生影響，未來在機器人、人工智慧、物聯網發展與服務創新下，針對人機協作的工作機會將明顯增加，其中製造業現場工作人員將變成人機協作模式或是利用穿戴裝置的工作者會增加；此外，因應而生的工作任務將以分析數據，並依數據分析結果進行決策的工作、商業模式相關研究為主。在工作技能需求，則以創新能力、批判性思考、運算式思考、數位工具的應用整合能力、人機協同能力為重要。

英文摘要(Abstract)

Every Country in the world are facing the transformation revolution in digital innovation trend . The digitalization trend will be coming with the next generation development of cloud, artificial intelligence, data edge computing, broadband technology, and drones and robots. The future development of industries need the power of innovation and customization, not the standardization of production and consumption in the past. In response to the advent of the digital era, bringing about changes in business operations, the daily needs of the people's livelihood have changed due to the rise of factors in technology. On the other hand, industries have started their digital technology development and are all factored into technology and changed their business model.

In order to measure fully and comprehensively the future work patterns and skills of Taiwan on the trend of digital innovation, this study will construct a long-term observation method by compiling domestic and foreign literature reports, visiting research institutions abroad, referring the work and skills structures of Europe and the United States, and holding seminars for experts in domestic companies, scholars in universities, the researchers in think tanks. The purpose of the study is to capture the challenges of industrial development and changes in the working environment and the Taiwan's domestic labor market in the future. This study focuses on the analysis of industries such as smart agriculture, smart machinery, green energy technology, biotechnology and pharmaceuticals, financial technology, and smart retailing to understand the possible qualitative needs of these industris' jobs and skills. To face rapid industrial development and transformation in the future,

Taiwan have the power to renewal of domestic employment competitiveness, and provide sufficient quality manpower to support domestic industrial innovation and transformation.

According to the analysis of this study, the digital innovation trend has a far-reaching impact on the industrial manpower and has affected the development of industrial technologies and products. In the future, under robotics, artificial intelligence, IoT development, and service innovation, job opportunities for human-robot collaboration will increase significantly. Employees in the manufacturing field who will become human-machine collaboration or use wearable devices will increase. In addition, due to the analysis of the data, the decision-making work and business model will be based on data analysis results. The relevant talents are mainly. In terms of job skill requirements, it is important to use innovation capabilities, critical thinking, computational thinking, application integration capabilities of digital tool.

目 錄

中文摘要.....i
英文摘要(Abstract) ii
第一章 緒論.....1
第一節 研究背景與目的.....1
第二節 研究內容與架構.....4
第二章 創新趨勢下我國未來工作及技能需求長期觀測方法 8
第一節 評估流程與評估工具/方法 8
第二節 運作模式.....11
第三節 觀測面向.....16
第三章 創新趨勢下我國未來跨產業工作及技能需求分析 22
第一節 創新趨勢下我國未來產業發展樣貌 22
第二節 創新趨勢對未來工作及技能重大變革分析 25
第三節 我國勞動市場所面臨挑戰及變化與所需跨產業人才類型 49
第四章 我國智慧農業未來工作及技能需求分析 56
第一節 數位科技趨勢下智慧農業創新發展模式 56
第二節 我國智慧農業發展面臨的挑戰與未來發展 62
第三節 我國農業現今工作及技能需求分析 68
第四節 我國智慧農業未來工作及技能需求分析 70
第五章 我國智慧機械未來工作及技能需求分析 80
第一節 數位科技趨勢下智慧機械創新發展模式 80
第二節 我國智慧機械發展面臨的挑戰與未來發展 84
第三節 我國智慧機械現今工作及技能需求分析 89
第四節 我國智慧機械未來工作及技能需求分析 94
第六章 我國生技醫藥未來工作及技能需求分析 107
第一節 數位科技趨勢下生技醫藥創新發展模式 107
第二節 我國生技醫藥發展面臨的挑戰與未來發展 114
第三節 我國生技醫藥現今工作及技能需求分析 122
第四節 我國生技醫藥未來工作及技能需求分析 132
第七章 我國綠能科技未來工作及技能需求分析 141
第一節 數位科技趨勢下綠能科技創新發展模式 141

第二節 我國綠能科技發展面臨的挑戰與未來發展 145
第三節 我國綠能科技現今工作及技能需求分析 151
第四節 我國綠能科技未來工作及技能需求分析 156
第八章 我國金融科技未來工作及技能需求分析 167
第一節 數位科技趨勢下金融科技創新發展模式 167
第二節 我國金融科技發展面臨的挑戰與未來發展 172
第三節 我國金融科技現今工作及技能需求分析 180
第四節 我國金融科技未來工作及技能需求分析 186
第九章 我國智慧零售未來工作及技能需求分析 192
第一節 數位科技趨勢下新零售創新發展模式 192
第二節 我國智慧零售發展面臨的挑戰與未來發展 195
第三節 我國零售業現今工作及技能需求分析 199
第四節 我國智慧零售未來工作及技能需求分析 203
第十章 結論與建議.....211
第一節 結論.....211
第二節 建議.....217
參考文獻.....221
附件.....227
附件一 期初審查意見回覆.....227
附件二 期中審查意見回覆.....234
附件三 期末審查意見回覆.....243
附件四 出國報告重點摘要.....255
附件五 腦力激盪會議與產學研座談會名單 264

圖目錄

圖 1-1　本研究之研究架構 7
圖 2-1　本研究長期觀測方法之評估流程 10
圖 2-2　本研究長期觀測方法之運作模式 11
圖 2-3　本研究長期觀測方法之觀測面向 21
圖 3-1　日本職業能力評價制度 41
圖 4-1　數位科技農業發展新形態 56
圖 4-2　我國新農業政策發展推動方向 65
圖 4-3　我國農業未來面對科技趨勢之影響層面 68
圖 5-1　我國智慧機械產業範疇 85
圖 5-2　我國智慧機械產業政策發展推動方向 88
圖 5-3　我國智慧機械產業未來面對科技趨勢之影響層面 89
圖 6-1　生醫產業演進過程 107
圖 6-2　我國生技醫藥產業範疇 116
圖 6-3　我國生技醫藥產業政策發展推動方向 118
圖 6-4　生醫產業創新推動方案之法規調整方向 119
圖 6-5　我國生技醫藥產業未來面對科技趨勢之影響層面 122
圖 7-1　日本再生能源設置量成長趨勢 144
圖 7-2　太陽光電產業範疇 145
圖 7-3　離岸風電產業範疇 147
圖 7-4　我國綠能科技產業政策發展推動方向 148
圖 7-5　沙崙智慧綠能科學城參與單位 150
圖 7-6　我國綠能科技產業未來面對科技趨勢之影響層面 151
圖 8-1　金融科技六大應用面 167
圖 8-2　金融科技國際發展案例 172
圖 8-3　我國金融科技產業施政重點 176
圖 8-4　我國金融科技產業未來面對科技趨勢之影響層面 180
圖 9-1　我國智慧商業解決方案主軸規劃 196
圖 9-2　我國智慧商業政策發展推動方向 197
圖 9-3　我國智慧零售產業未來面對科技趨勢之影響層面 198

表目錄

表 2-1　英國對未來工作及技能研究方法文獻整理.....12
表 2-2　英國與愛爾蘭對未來製造業工作及技能研究方法文獻整理...14
表 3-1　我國未來產業發展樣貌.....24
表 3-2　OECD 提出重要 ICT 技能分類類別.....26
表 3-3　WEF 所使用的工作技能分類類別.....27
表 3-4　新加坡主要各業未來所需技能.....30
表 3-5　UPX 歸納 6 大驅動因子與未來 10 項工作技能.....32
表 3-6　英國主要職業類別技能落差缺口.....33
表 3-7　Tech Partnership 基本數位技能架構與定義.....35
表 3-8　對未來工作及技能相關文獻整理.....37
表 3-9　澳洲資歷架構制度的分級內容說明.....43
表 3-10　重要發展趨勢下新興工作類型.....49
表 3-11　我國勞動市場未來工作環境及條件變化分析.....53
表 3-12　我國未來跨產業工作需求與內涵.....54
表 3-13　我國未來跨產業技能需求與內涵.....55
表 4-1　我國智慧農業重點發展領域.....66
表 4-2　我國農業現今職能基準需求盤點.....69
表 4-3　我國智慧農業未來新興工作類型.....72
表 4-4　我國農業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表...74
表 4-5　我國智慧農業現有工作職務技能升級類型.....76
表 5-1　工業革命演進史.....80
表 5-2　我國智慧機械產業現今職能基準需求盤點—企業資源系統整合領域.....91
表 5-3　我國智慧機械產業現今職能基準需求盤點—機電整合領域...92
表 5-4　我國智慧機械產業關鍵職缺與技能需求.....94
表 5-5　我國智慧機械產業未來新興工作類型—企業資源系統整合領域.....97
表 5-6　我國智慧機械產業未來新興工作類型—機電整合領域.....98
表 5-7　我國智慧機械產業未來新興工作類型—設備製造領域.....99
表 5-8　我國智慧機械產業未來新興工作類型—產業智慧機械化領域

.....100
表 5-9　我國機械製造業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表.....102
表 5-10 我國智慧機械產業現有職務工作技能提升類型—智慧機械產業化.....103
表 5-11 我國智慧機械產業現有職務工作技能提升類型—產業智慧機械化.....105
表 6-1　我國生技醫藥產業現今職能基準需求盤點.....124
表 6-2　我國生技醫藥產業關鍵職缺與技能需求.....128
表 6-3　環球生技月刊公布職缺資料.....130
表 6-4　我國生技醫藥產業優質工作.....131
表 6-5　我國生技醫藥產業未來新興工作類型—製藥產業.....134
表 6-6　我國生技醫藥產業未來新興工作類型—醫療器材產業.....134
表 6-7　我國生技醫藥產業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表.....136
表 6-8　我國生技醫藥產業現有職務工作技能提升類型—製藥產業.138
表 6-9　我國生技醫藥產業現有職務工作技能提升類型—醫療器材產業.....139
表 7-1　我國綠能科技產業現今職能基準需求盤點.....153
表 7-2　我國綠能科技產業關鍵職缺與技能需求.....155
表 7-3　我國綠能科技產業未來新興工作類型—太陽能光電產業.....158
表 7-4　我國綠能科技產業未來新興工作類型—離岸風電產業.....160
表 7-5　我國綠能科技產業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表.....162
表 7-6　我國綠能科技產業現有職務工作技能提升類型—太陽能光電產業.....164
表 7-7　我國綠能科技產業現有職務工作技能提升類型—離岸風電產業.....165
表 8-1　我國金融科技產業現今職能基準需求盤點.....181
表 8-2　我國金融科技產業關鍵職缺與技能需求.....183
表 8-3　我國金融科技產業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對

照表.....189
表 8- 4　我國金融科技產業現有工作職務技能升級類型.....190
表 9- 1　我國零售相關業別現今職能基準需求盤點—批發零售業.....200
表 9- 2　我國零售相關業別現今職能基準需求盤點—廣告及市場研究業.....202
表 9- 3　我國零售相關業別現今職能基準需求盤點—電腦系統設計服務業.....202
表 9- 4　我國智慧零售產業未來新興工作類型.....206
表 9- 5　我國智慧零售產業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表.....208
表 9- 6　我國智慧零售產業現有職務工作技能提升類型.....209
附表 1　「未來工作技能需求規劃」腦力激盪暨專家座談會學者名單.....264
附表 2　智慧機械產業專家座談會議學者名單.....264
附表 3　生技醫藥產業專家座談會議學者名單.....264
附表 4　智慧機械產學研專家座談會議學者名單.....265
附表 5　綠能科技產學研專家座談會議學者名單.....265
附表 6　生技醫藥產學研專家座談會議學者名單.....265
附表 7　金融科技產學研專家座談會議學者名單.....265
附表 8　智慧農業產學研專家座談會議學者名單.....266
附表 9　智慧零售產學研專家座談會議學者名單.....266
附表 10　政策研擬分析座談會議學者名單.....266
附表 11　美國 O*NET 發展前景工作(Bright Outlook List)職業類別名單.....267
附表 12　美國 O*NET 新興工作(New Emerging List)職業類別名單..276
附表 13　勞動市場面臨自動化風險相關文獻整理.....289

第一章 緒論

第一節 研究背景與目的

一、研究背景

創新科技趨勢發展日新月異，科技技術成本隨著技術發展成熟而逐漸下滑，在外溢效果逐漸發酵下進而帶動新科技的應用逐漸普及；科技革命發展由 1970 年代的 PC 科技作為開端，其後帶動網際網路應用發展，如今在行動移動裝置與雲端高度發展基礎下，進而誘發人工智慧、雲端與大數據分析、物聯網等技術組合加成效應下呈現突破性成長。這意謂著未來人工智慧 (AI) 所引領的第四波科技創新革命將加速既有產業轉型升級或新創企業的破壞式創新力道。

全球面臨數位創新浪潮，隨著人工智慧、大數據、雲端技術升級，將使得國際經貿、產業轉型、工作生活型態、及消費模式等構面均無不受其影響。OECD 曾指出未來數位創新時代的來臨，將會提升全球現有產業生產力 5-10%水準，全球將有超過 140 億個連網裝置，而民眾可以透過網路完成 90%的銀行交易與 80%的購物消費。

數位創新經濟已是現今重大發展趨勢，各國政府皆已正視相關趨勢發展。近年全球經濟成長趨緩，國際經貿規模出現縮減，各國面臨產業轉型壓力、貧富差距擴大、高齡少子化現象，未來在數位創新發展下，往高附加價值發展以及整合性、多元化的應用也越來越重要。數位創新預期將成為各國未來經濟發展的新成長動能，將是國家傳統產業數位化升級、新創產業活絡及創新應用服務發展之關鍵。現今已有許多國家重視數位創新經濟發展，透過積極完備各國數位經濟環境，進行相關重大政策方向研擬與資源配置[1]。

此外，數位經濟將帶動產業數位化後應用到未來生活型態與社會結構，引領破壞性創新的新興服務發展(如跨產業創新整合服務)。據世界經濟論壇 (WEF) 分析，數位創新未來影響的範圍不僅侷限於資訊網路之單一業別，在未來各應用行業領域皆可能運用數位科技進而實現不同類型創新商業或營運模式，稱之為「數位轉型[2]

[1]如新加坡提出「智慧國度計畫」、美國提出「美國國家創新戰略」、英國提出數位白皮書等。
[2]WEF (2017) 一文針對數位轉型概念進行歸納與彙整一系列研究報告。

(Digital Transformation)」，包括專業服務、零售、電信、汽車、醫療保健、製造業等。由數位創新帶來商業/營運模式的改變，一方面使民生生活需求的食、衣、住、行、育、樂都因數位化科技的興起改變生活型態；另一方面從產業供給來看，農業和製造業也都啟動數位科技化生產模式，服務產業興起新的科技應用議題如 FinTech、數位學習、數位照護等，皆因數位科技而改變其原來產業樣貌。

此外，現今多家國際研調機構皆針對數位創新下未來工作需求變化進行分析。舉例來說，CB Insights (2017) 運用美國資料分析預測出在未來 5-10 年人工智慧將影響美國 1,000 萬個工作機會，包含門房、服務人員、家事清潔等基層工作類別。此外，英國相關研究報告指出[3]，現有職場工作技能未來將因數位科技時代的來臨而有重大變革，未來美國有高達 47%的人力工作可能會被機器所取代。數位創新雖對既有工作環境與工作任務內涵造成衝擊，但同時亦會創造出新的工作機會，這意謂勞動市場的就業者未來所面臨並非單一被取代工作威脅，亦同時面臨新的工作機會產生。如 Gartner (2017) 預測 AI 將於 2020 年創造出 230 萬個工作機會，但同時會有 180 萬個工作機會面臨消失風險。McKinsey Global Institute (2017) 亦發現有 60%的職業類別未來可藉由 AI 完成其中 30%的工作任務，未來大多數的人將面臨轉職及學習新工作技能的需求。

數位創新趨勢下未來產業所需人才類型與工作技能與現今人力需求勢必有所不同，且數位創新正在重塑我們習以為常的工作方式及內容，就業者所具備現有的專業知識已難以成為未來就業的保障，未來需要具備的工作技能將面臨轉變與升級。因此，各國面臨勞動力逐年減少趨勢下，未來勞動市場的職業教育需求將受到高度重視，就業者如何透過職訓或在職進修提升自身工作技能來因應未來科技趨勢變化，將是重要的一環。

二、研究目的

由上述可知，數位創新趨勢已成為影響國家未來發展的重要關鍵，且對國內產業發展模式與產業結構影響重大。數位科技發展下產

[3]詳細內容，請見 Osborne and Frey (2013)一文。

業升級轉型會有以下三種發展型態，進而影響未來人力及工作技能需求。其一，針對現有產業發展模式調整，如建構產業創新生態系統(ecosystem)，過去資本及勞動力投入型態將轉為科技研發與創新的投入型態，產業發展將轉於多元支援系統性規劃發展，這會衍生新的人力與技能需求，同時可能會促使現有工作機會減少。其二，影響現有產業進行跨產業整合創造新價值，如生產製造服務化、軟硬整合的跨產業合作等，未來可能會出現跨產業人力及工作技能需求。最後，在科技趨勢下出現過去未曾出現過的新興產業型態，如新能源/新材料發現或相關生物技術發展，進而會帶動新興產業型態的專業人才需求及技能。由上述分析可知，新興科技創新對未來工作環境與工作型態勢必會產生重要衝擊，如新興工作型態、現有工作職位所需新的技能、可能減少僱用的工作機會等。

我國為能接軌國際數位創新潮流，加速國內產業轉型升級，提出「數位國家・創新經濟發展方案」，做為我國發展數位科技的基磐；另積極推動「『5+2 產業』創新方案」[4]，藉以提升我國產業升級轉型。鑒於國內產業能夠成功創新轉型並持續穩健發展，必須仰賴優質且充裕的人力資源。本研究綜合考量現今國內產業政策方向及各產業發展特性與策略，『5+2 產業』雖是現今重要產業發展方向，惟循環經濟與國防產業兩大推動方案尚未公布，尚無法確認未來國內產業發展方向，爰本研究聚焦分析智慧農業、智慧機械、綠能科技、生技醫藥、金融科技、智慧零售等業別，藉以前瞻掌握我國不同產業發展其工作與技能的可能質性需求樣貌與亟需積極培養的人才及技能方向，以期在未來快速產業發展變革下，續保國內就業競爭力，並提供充裕的優質人力支援國內產業創新轉型。

因此，本研究針對數位創新趨勢對我國未來就業市場及工作及技能需求影響進行分析，並期能達成以下目標：

1. 規劃一套可滾動調整並持續操作未來工作及技能需求長期觀測方法，除作為本計畫研究分析之用外，亦可提供相關研究成果做為各部會未來針對工作及技能需求相關政策之參酌。

[4]『5+2 產業』包括智慧機械、綠能科技、亞洲・矽谷、生技醫藥、國防科技、循環經濟、新農業等業別。

2. 研析未來數位經濟發展下對我國就業市場的影響及跨領型態的工作及技能需求可能樣貌類型，將有助於政府、企業、個人預作準備，藉以因應數位時代來臨。

3. 依循我國「『5+2 產業』創新方案」推動方向，本研究綜合評估現今國內產業政策方向及 6 大重點產業發展特性與策略，分析我國主要發展業別未來工作及技能需求研究。

(1) 考量國內外產業發展趨勢與政策方向會對未來產業人力及工作技能需求類型產生影響，由此透過分析 6 大重點產業的國際產業發展趨勢、國內政策發展願景、國內現今產業技術發展方向等面向，做為後續相應人才需求樣態分析之依據。

(2) 盤點我國 6 大重點業別現今工作及技能需求狀況，以作為後續提供給相關單位進行增補調整的研究工作基礎。

(3) 研析未來面臨數位化及智慧化等創新轉型發展下，我國 6 大重點產業別可能帶來的工作及技能轉變，例如新興工作型態、現有職務技能需求轉變、可能減少僱用的工作等。

(4) 綜述以上研究結果，歸納未來產業創新發展下我國就業市場可能面臨的挑戰，並針對未來教育課程規劃與職訓體系提供政策因應方向，並提供我國主要發展產業別之職業類別/職能基準未來調整方向之參考。

第二節 研究內容與架構

一、研究內容

1. 規劃一套可定期調整並持續操作我國未來工作及技能需求長期觀測方法

本研究盤點國外建構長期技能需求分析方法文獻，並考量國內經濟勞動市場變化，嘗試規劃一套長期評估我國未來工作及技能需求的觀測方法。在分析方法上主採質化模式進行，觀測面向包含國際產業發展趨勢、國內主要政策方向、我國產業發展現況與特性、國內產業現今所需工作及技能類別等構面，作為評估各業別未來工作及技能需求的分析基礎；此外，為能針對 6 大重點業別進行未來工作及技能需求之整體性分析，故在我國現今尚未建構符合我國產

業發展特性之通盤式整合性之跨業工作及技能架構之研究限制下，進一步綜合評估對照我國職業標準分類與美國 O*NET 及歐盟 ESCO 工作與技能內涵，進而分析我國 6 大重點業別未來工作及技能需求[5]。再者，為能使本研究內容能符合實際產業需求及產業發展趨勢，本研究初步彙整分析上述研究內容，並透過舉辦各業別的產學研專家綜合座談會，進一步蒐集彙整各界專家學者意見，歸納出最後研究內容。

2. 研析數位創新發展趨勢下未來跨產業人才與工作技能需求

針對本部分研究內容，本研究分別嘗試由國際科技創新發展趨勢與重大變革、國內勞動市場環境條件及未來發展挑戰等國內外整體性面向進行分析。首先，本研究彙整分析國外文獻及相關報告內容，藉以瞭解國際數位創新發展下未來主要趨勢發展變化及其對工作技能重大變革影響。再者，為能捕捉我國面臨數位創新趨勢下未來勞動市場變化，採行專家學者腦力激盪與文獻彙整之質化分析模式，剖析我國勞動市場整體環境條件及其面臨工作及技能挑戰，如整體工作條件和環境變化、所得分配不均、非典工作者和自由工作者型態增加等面向；最後，綜合國內外趨勢發展變化，分析我國未來整體勞動市場的可能變化及工作技能需求，聚焦探討我國未來跨產業工作及技能需求變化。

3. 研析我國 6 大重點發展業別未來工作及技能需求樣貌

前述研究內容主要是針對我國未來勞動市場整體性變化與跨域人才類型及工作技能需求進行研究分析。此外，本研究考量各業發展模式各異且產業發展特性具差異性，除共通性工作及技能需求外，更應針對我國主要發展業別進行未來工作及技能需求分析。由此，本研究聚焦我國未來 6 大重點發展業別，針對產業範疇定義與產業特性進行釐清，考量我國產業經濟發展與國際發展趨勢息息相關，故由國際未來產業發展趨勢進行我國未來產業發展的綜合性評

[5] 美國和歐盟現已分別針對國內發展型態及未來工作技能需求建構出通盤式架構及未來人力需求分析，如美國 O*NET 及歐盟 European Skills/Competences, Qualifications and Occupations (ESCO)工作職業技能架構。

估，另盤點目前我國政策發展進度，並透過產學研綜合研討模式，彙整出研究成果，期掌握我國 6 大重點發展業別未來工作與技能需求之可能樣貌。

4. 研擬我國未來在產業創新發展下因應對策及相關建議

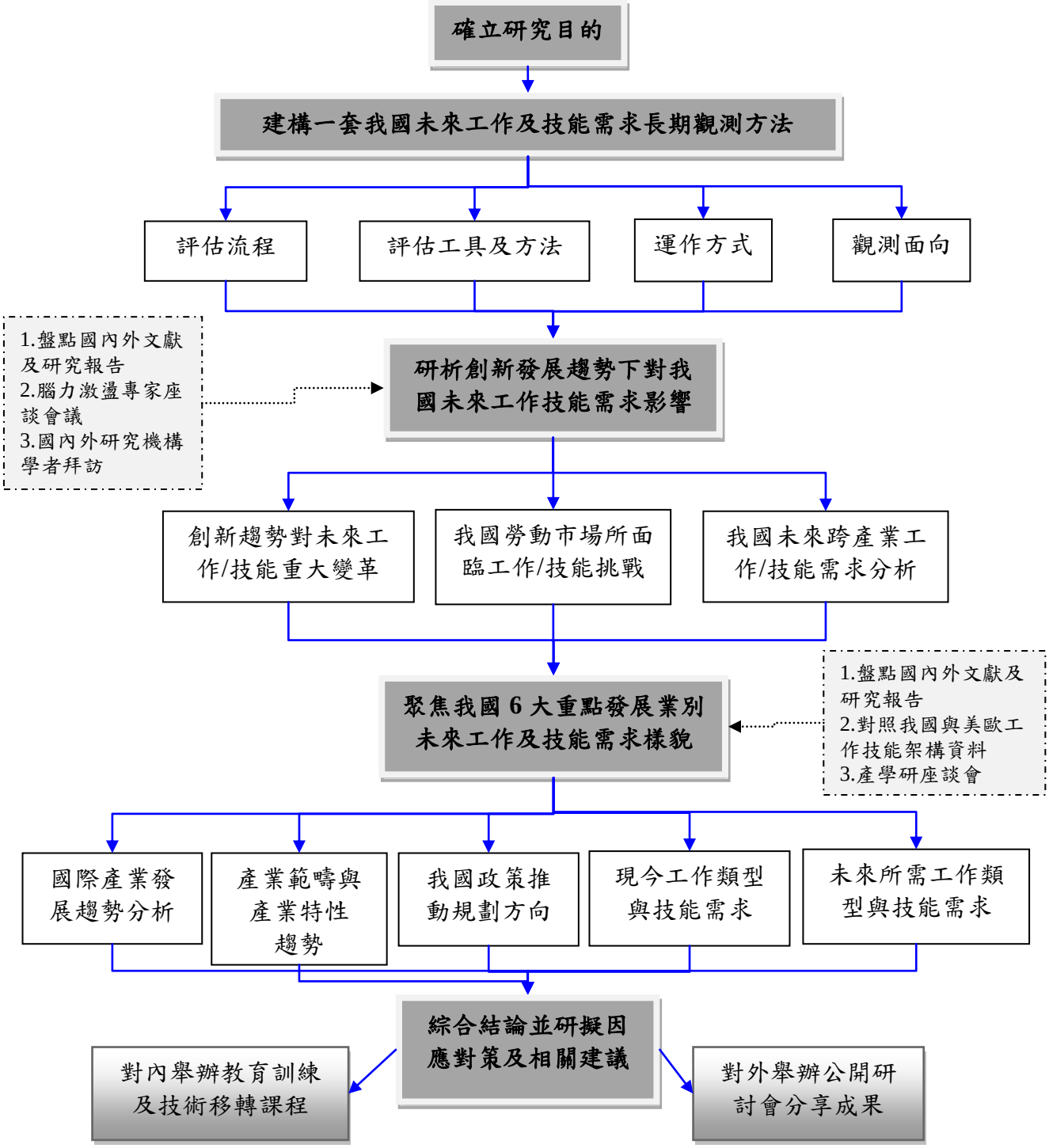
綜述以上研究結果，綜整歸納出未來產業創新發展下我國就業市場可能面臨的挑戰，並針對未來教育課程規劃與職訓體系提供政策因應方向，並提供我國主要發展產業別之職業類別/職能基準未來調整方向之參考。

5. 辦理教育訓練及研討會分享研究成果

本研究針對數位創新趨勢下未來就業影響評估方法及其研究成果，將透過內部教育訓練及技術移轉方式提供給國發會，以增進國發會對於相關議題研究分析能量。另針對本研究成果，規劃舉辦 1 場公開研討會，透過資訊分享與相互交流討論，藉以提供社會大眾瞭解未來就業市場可能樣貌的機會，將有助於各界及早預作準備，迎向數位經濟帶來的就業市場挑戰。

二、研究架構

根據前述規劃研究內容，本計畫之研究架構繪製如下：



資料來源：本研究繪製

圖 1-1　本研究之研究架構

第二章 創新趨勢下我國未來工作及技能需求長期觀測方法

根據上述研究目的與研究內容規劃，數位創新趨勢影響程度相當廣泛，為能完整全面性衡量在其影響下我國未來工作型態與技能需求，本研究在長期觀測方法建構上，將透過彙整國內外文獻報告、國外研究機構拜訪研討、對照我國與歐美工作及技能架構、召開國內產學研專家座談會，捕捉國內外未來創新經濟發展下產業發展與工作環境變化與國內勞動市場的挑戰。另配合我國現今主要產業發展政策方向，聚焦 6 大重要產業發展類型進行深入研究，分析業別包含智慧農業、智慧機械、綠能科技、生技醫藥、金融科技、智慧零售等業別，藉以前瞻掌握我國不同產業發展其工作與技能的可能質性需求樣貌。

第一節 評估流程與評估工具/方法

一、評估流程

針對本研究評估流程，主要可分為三大部分(請詳見圖 2- 1)，分述如下：首先，本研究主要針對我國未來工作及技能需求變化進行研析，未來 10 年為一長期預測期間，在高不確定性前提下，必須對未來整體發展環境有所瞭解。考量未來工作技能需求會隨創新科技趨勢下國際產業發展情勢變化與國內產業政策方向而有所調整。

因此，第一部分是針對國際創新趨勢發展變化與國內市場情況，進行全面整體性分析。分析構面包含國際創新發展趨勢變化、創新趨勢下對勞動市場的重大變革並分析其潛在未來發展及其對工作及技能影響、我國勞動市場所面臨挑戰、未來我國跨產業工作型態與相關技能需求。在分析評估主軸是透過分析國際創新趨勢變化，並檢視我國勞動市場的挑戰與影響，透過國內外文獻研究、實地國內外訪問、專家座談會等多元構面的質性分析彙整，進而收斂出我國未來跨產業工作型態與相關技能需求。

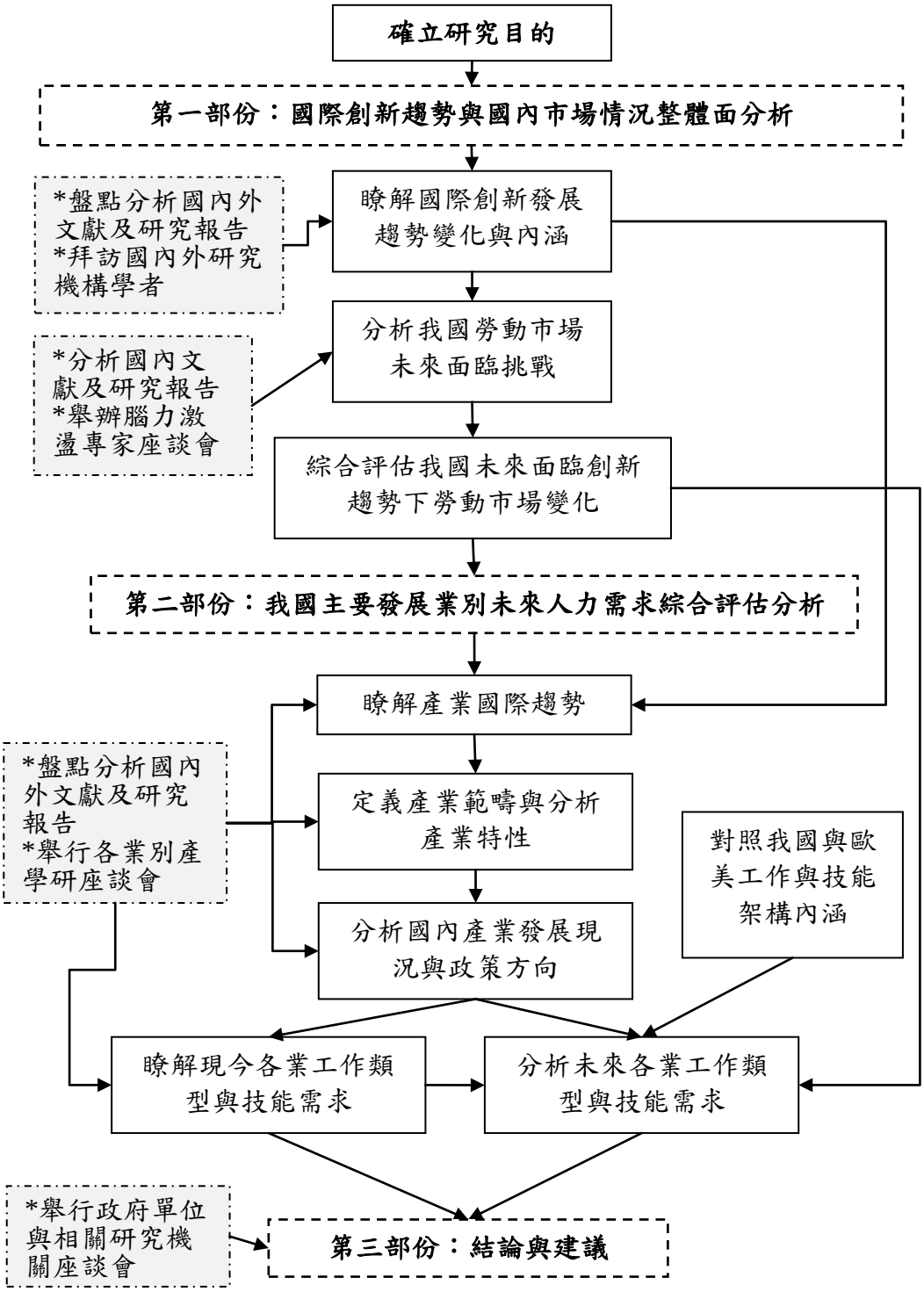
第二部分評估主要是針對我國各大重要發展業別未來工作及技能需求，依據前述研究內容基礎下進行更深入且完整的分析。評估構面主要可分為產業國際發展趨勢、界定分析產業範疇、國內產業發展方向、現今工作技能需求等。再者，並對照我國與歐美工作技

能需求內涵與架構進行各業未來工作及技能需求分析。最後，綜合上述總體性與各業別的研究資訊，透過各業別的產學研座談會，進行各業別研究內容調整與確認。第三部分，則針對政策建議方向，透過邀請各業別主管機關與相關部會進行研討，並確認最後政策建議方向具可行性。

二、評估工具與方法

本研究針對我國未來工作及技能需求之長期觀測架構，主要是透過彙整國內外文獻研究、國內外學研拜訪、產學研專家座談會形式，並從國際趨勢變化、產業發展模式、勞動市場的挑戰等面向進行本研究內容分析。由於數位科技發展趨勢及工作與技能架構需求，皆屬於中長期變化，並非需要透過整體性分析進行相關檢視與調整。是故，針對長期觀測架構的評估方法，建議可採定期模式來進行，不需每年調整其內容。

此外，由於本長期架構分析構面已經涵蓋國內外重要經濟、產業、勞動發展趨勢，相當完整，未來評估調整可以依此架構去進行相關內涵分析。在評估方法上，針對國際創新趨勢與市場狀況，可由國際市場次級文獻研究資料進行初步分析；其次，針對各業別分析可依政策方向滾動式調整及產業實務發展狀況，透過多場產學研座談會進行收斂與調整工作。最後，彙整上述兩大部份研究內容，提供結論與政策建議方向。

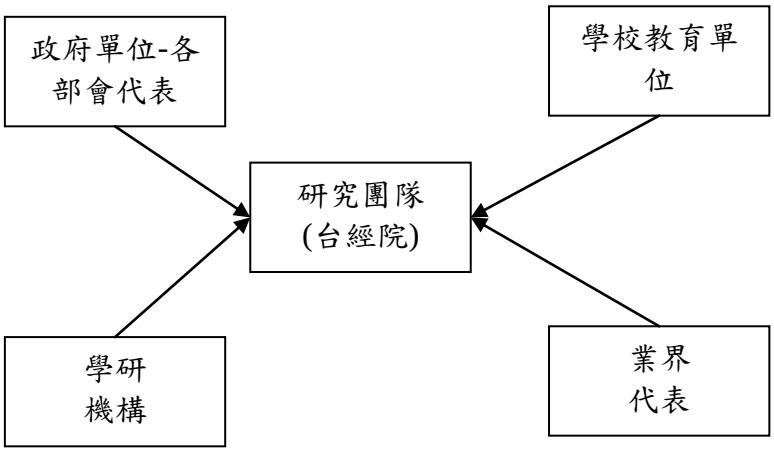


資料來源：本研究繪製

圖 2-1　本研究長期觀測方法之評估流程

第二節 運作模式

本研究針對長期觀測方法規劃，主要由研究團隊透過國內外相關文獻資料蒐集與研讀，進行國際創新趨勢與國內勞動市場未來變化之初步研析，並結合國內產學研專家能量，分別透過腦力激盪專家座談會、各業別產學研座談會等型式，以國內各業實務發展與經驗，藉此彙整研究成果。最後，在政策建議研擬方向，則是透過各部會主管機關代表進行綜合討論，以完整本研究政策方向研擬內涵，請詳見圖 2- 2。



資料來源：本研究彙整

圖 2- 2　本研究長期觀測方法之運作模式

一、國內外相關文獻資料蒐集與研讀

本研究主要研析數位創新發展趨勢下我國未來工作及技能需求變化，透過盤點國內外相關文獻及研究報告，藉以了解國際數位經濟發展趨勢下對未來工作及技能的影響，創新趨勢下將帶動國內未來產業創新轉型發展，包含產業結構轉型、產業新的價值鏈創造、跨業型態多元化等，對不同產業未來可能帶來新的工作技能。

其中，針對整體性長期觀測方法研擬，亦透過盤點現今國際面臨科技創新的影響下對於工作技能影響的分析方法和分析流程等不同面向的運用。如國際上對於未來工作及技能研究方法的比較，本研究長是彙整英國 UKCES 與 ECORYS 盤點結果發現，針對長期未來工作及技能需求分析，由於英國本身具有完整職業類別及技能架構之基礎下，透過文獻回顧、專家訪談、利害關係人諮詢會議、焦點訪談等質

化模式，針對總體發展面向、產業發展面向、對勞動市場模擬分析等進行系統性分析，請詳見下表 2- 1。

另外，除了針對上述整體性未來工作及技能需求分析進行文獻彙整外，另蒐集英國與愛爾蘭針對產業別(以製造業為主)未來工作及技能需求比較結果並進行分析，在研究方法上，愛爾蘭主要綜合評估國際發展趨勢與產業貿易發展狀況，進行相關未來製造業技能需求研究分析，而英國部份主要由產業實地雇主調查方式並與主要利益關係人進行研究內涵確認工作，相關詳細內容請見下表 2- 2。本研究透過彙整國內外文獻之質化資訊並綜合分析後作為本研究在建構我國在數位創新發展趨勢下對於未來工作與技能需求分析之重要基礎與參考資料。

表 2- 1　英國對未來工作及技能研究方法文獻整理

執行機構	UKCES	ECORYS UK
發表時間	2014	2016
文章名稱	The future of work: Jobs and skills in 2030	Digital skills for the UK Economy
研究內容與方法	1. 影響未來工作和技能的趨勢 (1) 項目：key trends • 方法：文獻回顧、專家訪談 • 個數：13 • 構面：社會、科技、經濟、生態、政治(5 大構面) • 內容：概念描述、發展近況、預期未來變化、驅動力、對工作的影響、對技能影響 2. 改變未來工作的重大變革 (1) 項目：Disruptions • 方法：文獻回顧、專家訪談 • 個數：10 • 構面：可能從 13 個趨勢延伸出來，亦可單獨列出 • 內容：概念描述、近期發展(weak singnals 潛在新發	1. 分析數位技能的定義和架構。利用大量文獻整理評估數位技能的需求和供應，文獻包含 DIGCOMP、Canadian Study、OECD、UK(除 OECD 和 UKforCE 明確的定義外，其他文獻不是太廣泛就是僅針對單一部門) (1) 基礎數位技能素養(每一個人都要有的) (2) 一般勞動者需要數位技能(數位經濟下所需要的技能提升)，除了(1)技能之外，及工作所需技能和 IT 應用的相關技能 (3) ICT 專家的數位技能(具有數位化創新和創意個人、組織和企業)，除了(1)和(2)之外，及跨越不同 IT 部門工作所需的技能。數位技能主要與未來新數位科技、新產品、新服務有關。 2. 現有和未來的數位技能需求

執行機構	UKCES	ECORYS UK
	展)、潛在未來發展(對未來工作和技能樣貌有潛在破壞性改變)、驅動力、對工作的影響、對技能的影響 3. 情境模擬 (1) 項目：Key factors • 方法：文獻回顧、專家訪談 • 個數：12 個 • 構面：從 5 大構面選 • 內容：定義、預測面向、預測情況(3-4 種) • 預測(文獻、專家) (2) 項目：Raw secenarios • 個數:4 個 (在 Givens 條件下，依據 12 個 key factors 之各自 3-4 種預測狀況，選出 4 種可能發展情境) • 內容：4 種情況對於不同構面的假設(可以從 Key factors 精簡，6 大領域)	分析 文獻回顧、利害關係人諮詢會議/焦點訪談 參與成員：部門技能委員會、各部會、國家技能學術機構、政策利益相關人(如技能資助機構、政府數字經濟部門(DEU)代表) • Strategic stakeholders • Employer-led partnerships • Gov.agencies 分析內容： • Digital skills requirements 數位技能需求? 利用 UKforCE、FSB 調查結果輔以利害關係人諮詢會議 • Digital skills gaps? 技能差距?哪一類的職業是缺乏?缺乏技能的原因是甚麼?不同產業別的訓練類型? • Digital skills shortages? 需要哪些數位技能類型?利用利害關係人諮詢會議來歸納現有數位技能、數位技能短缺部份、哪類職業是缺乏? • Future requirements?未來技能需求? 3. 案例分析(5 個產業-健康與社會安全、製造業、專業服務業、創新數位教育、營造業、零售和物流) 4. 結論

資料來源：本研究彙整

表 2-2　英國與愛爾蘭對未來製造業工作及技能研究方法文獻整理

執行機構	Forfás	UKCES
發表時間	2013	2012
國家	Ireland	UK
報告名稱	Future Skills Requirements of the Manufacturing Sector to 2020	Sector insights: skills and performance challenges in the AM
研究議題	製造業	先進製造業
其他相關研究議題	食品飲料、生技、綠色經濟、國際金融、物流、醫療器材、海洋經濟	航太、數位及創意產業、綠能、健康及社會照護產業
研究方法	1. 由 Forfás 的 EGFSN 秘書處管理，與 Forfás 企業政策部門合作，確保與愛爾蘭製造業策略一致 2. 建立推動小組(產業、教育、培訓和貿易協會) 對報告的制定進行驗證和建議 3. Forfás 的技術和勞動力市場研究部門(SLMRU)從 QNHS 和教育培訓統計資料，分析特定業別技能供需概況關鍵數據。 另 SLMRU 提供量化未來技能需求可能情況，尤其是產業發展變化、職業和技能資料 4. Forfás 的 EGFSN 秘書處對全球變革驅動因素及對製造業國際和經濟技能進行研究。 5. 研究顧問為 Publica/ Dwyer-Doyle Associates 顧問諮詢公司，與 35 家製造企業進行訪談與 3 場工作坊，評估未來技能需求並提供未來就業方案，最後提出報告建議 6. 針對詳細諮詢部分，由 Forfás 的 EGFSN 秘書處與 18 個行業貿易代表和工會進行 7. 3 場工作坊主要是由特定業別操作人員、技術人員、工藝和主管，針對「企業技能與創新技術與卓越製造技	1. Scoping stage: 五個關鍵職業選擇是透過訪談和基於對勞動力調查(LFS)的文獻和分析的回顧 2. Fieldwork stage: 實地調查階段於 2 個月進行 5 項職業、53 次雇主採訪，且分析次級資料 3. Reporting stage: 報告結果會與 4 個利益關係人進行確認

執行機構	Forfás	UKCES
	術」進行討論 8. 最後草案報告由 EGFSN 批准	
研究內容	1. 評估影響行業變化的全球驅動因素及未來技能需求的相關影響 2. 提供行業的經濟評估和勞動力狀況，尤其針對當前就業和人力資本特徵方面 3. 量化和評估可以從教育培訓體系向製造業提供技能，另進行就業教育和培訓 4. 進行國際文獻回顧，特別針對競爭對手國在進行職業教育和職業培訓體系作法 5. 分析到 2020 年愛爾蘭製造業技能需求 6. 制定製造業關鍵職業未來技能要求概況 7. 根據供需評估，確定潛在的技能差距 8. 提出確保製造業的技能要求可以解決到 2020 年的具體建議，包含可能需要擴大詳細的教育和培訓相關措施	1. 確認產業定義(13 個標準產業分類)和影響先進製造業的驅動因素，綜合關於該部門勞動力市場的證據，以確定工作和技能的前景 2. 評估影響該部門的主要趨勢及在未來十年內技術需求的組合變化 3. 調查雇主對 5 個具體職業的技能需求的看法及雇主若滿足需求下所面臨的挑戰。 4. 提出對技能需求和勞動力發展影響

資料來源：本研究彙整

二、腦力激盪暨專家座談會議

本研究為一我國未來工作與技能需求之長期規劃，考量數位創新對工作影響層面廣泛且影響程度不一，且我國產業發展進程與其他各國不盡相同，考量在國際趨勢發展下，未來各國的產業人力變化與工作及技能需求會有所不同，為能廣泛蒐集各方想法，以數位創新趨勢對我國未來工作及技能影響為題，本研究規劃兩階段意見蒐集與彙整分析方式，首先，透過激發創造力、強化思考力的腦力激盪會議之設計，藉以進行各方意見蒐集，再者，將腦力激盪會議結論進行彙整，透過專家座談會議進行我國勞動市場未來工作及技能影響評估，相關學者名單請詳見附表 1。

三、各業別產學研專家座談會

由前述研究內容，透過國內外文獻蒐集分析，瞭解國際趨勢發展下未來工作與技能變化，並透過腦力激盪暨專家座談會議分析對我國未來工作及技能重要的發展趨勢與及其影響層面，並分析我國未來工作及技能變化。然考量各業發展模式與未來所需人力與技能有所不同，故針對國內 6 大重點產業別發展，分別採行產學研專家座談會型式進行意見蒐集，主要針對各業別的初步研究成果與未來各業人力及技能需求進行討論與檢視，以期豐富質化資訊的內涵，並能符合國內各業發展概況，詳細各場專家座談名單請詳見附表 2 至附表 9。

四、政策分析研擬座談會

探討在數位創新趨勢下我國未來不同業別工作發展及技能需求，主要聚焦智慧機械、綠能科技、生技醫藥、金融科技、智慧零售、智慧農業等領域，並依據研究結果初擬相關政策建議方向，為能使未來政策研擬相關方向具可行性，故會議規劃邀請各業別相關主管機關討論未來產業人力及技能政策研擬方向，詳細專家座談名單請詳見附表 10。

第三節 觀測面向

針對一長期系統性架構的觀測面向，主要可區分為國際趨勢與勞動市場整體面分析及各業別發展層次個別分析兩大部份。在整體面分析，透過觀察國際數位創新趨勢變化及其對我國勞動市場變化影響進行評估，而分析構面則聚焦於跨域人才類型與工作技能。另針對各業別的個別分析，則由產業發展趨勢、產業特性、政策方向等構面來進行彙整研析，最後提出各業別的新興工作/技能類型、工作技能提升類型、減少工作僱用類型等研究成果。

一、觀察國際數位創新趨勢發展

國際數位創新趨勢日新月異，各國產業發展皆會受其影響。本研究在進行未來工作及技能需求分析之角度，則由國際數位創新趨勢發展為出發點，透過彙整未來具重要性且對產業發展有重大影響的創新趨勢，進一步分析其對產業發展、工作及技能需求影響。

二、分析我國各業政策發展方向與人力需求

一國未來產業所需的工作及技能需求，皆與產業發展方向與產業特性息息相關。本研究針對各業未來工作及技能需求，嘗試由產業發展趨勢、產業特性、政策方向等面向進行分析，提出我國未來工作及技能需求變化分析。

三、評估我國勞動市場變化與跨產業人才需求

透過評估未來在數位創新趨勢下對我國勞動市場變化，如工作型態變化、工作法規調整、非典工作者及自由業者僱用變化，並彙整各業別的工作及技能需求變化，綜整出我國未來在勞動市場變化之下所需要跨產業人才類型。

四、分析我國未來工作及技能需求

現今歐美為因應未來工作及技能需求變化，皆已建構符合國內產業發展需求且兼具量、質化特性工作及技能需求規劃整體架構(如美國 O*NET 架構及歐盟 ESCO 架構)，採職業標準分類與工作技能類別進行對照分類連結，以進行長期產業人力需求分析，藉以系統性處理數位落差與職訓或其他技能提升課程規劃工作。

(一) 美國 O*NET 資料庫介紹

美國勞工統計局 O*NET Online 歷經多年美國勞動職務相關資料彙整與經營，主要提供美國職業類別各種相當詳細的資訊。一般來說，職業描述主要包括工作內容(Tasks)、需要使用工具與科技(Tools & Technology)、需要具備知識(Knowledge)、技術(Skills)、能力(Abilities)等面向。此外，美國針對未來職業類別變化，透過量化模型的評估與質化職業資訊蒐集，將美國職業類別進行進一步分類，包含美國「有前景工作(Bright Outlook Occupations)」與「綠色工作(Green Occupations)」，以提供美國就業者未來美國產業發展及職業類別變化資訊與就業機會分析。

美國具有前景工作需符合下列三個條件之一，包括未來十年的工作職缺成長率在 22%以上，且高於所有工作的平均成長率、未來十年間推估會有 10 萬個以上職缺工作、高成長產業的新興職業等，請詳見附表 11。而美國綠色工作定義是保護環境、修復或對自然資源有

保育的經濟行為，主要包括再生能源工作(Renewable Energy)、能源有效使用的工作(Energy Efficiency)、溫室氣體減量的工作、汙染減量與清理的工作、資源回收與減少廢料的工作、農業與自然資源保育的工作、環保教育、環保法令的宣導與環保業務相關的訓練工作。另外，由於本研究需針對我國未來新興工作分析，本研究進一步蒐集美國有前景工作職業中新興職業(New Emerging List)名單，作為後續分析基礎，請詳見附表 12。

(二) 歐盟 ESCO 資料庫介紹

歐盟各國的經濟與勞動市場狀況各有不同，為能提升勞動市場效率，ESCO 建構一套工作及技能標準架構，讓歐盟各國除了有各自的工作及教育程度標準外，亦可透過 ESCO 標準來與其他歐盟國家進行對照與連結，以促進歐盟勞動市場的效率。

ESCO 為一跨面向的工作技能分類系統，主要針對勞動市場、教育和職訓所需要的技能、素養、資格和職業別進行系統性分類(共有 26 種不同歐洲語言)。主要目的是希冀強化歐盟就業者跨國工作的移動力、在技能標準基礎下進行工作媒合、強化工作僱用資訊透明度、架接就業與教育系統、利用大數據分析提供更好的就業市場整合狀況。

本研究盤點比較美國 O*NET 職業技能與歐盟 ESCO 職業技能內涵後發現，美國 O*NET 職業技能多以一般性文書與資料軟體使用為主(如 SAS、Excel 等)，缺乏產業工作特性之技能，故本研究以美國 O*NET 職業為基準，對照歐盟 ESCO 所列之職業技能作一分析。

(三) 我國未來工作及技能需求分析架構

我國勞動部勞動力發展署自 104 年起開始推動職能發展與應用，負責職能基準的協調、整合、品保及輔導各部會發展職能基準之方法，並彙收各部會所訂職能基準置於 iCAP 平台供各界參考，截至 106 年底已建置 393 項職能基準及 2,109 項職能單元。由於我國現今目前尚未建構全產業的職業與技能架構，無法提供一完整整體性分析；再者，考量本研究分析重點在於我國未來各業別工作技能整體性需求方向，職能基準本深認定需相當嚴謹且具專業性知識，本研究分

析結果並不適合直接作為我國未來職能基準調整依據，僅可作為未來職能基準之參酌。是故本研究在分析我國未來工作及技能需求，主要採取彙整對照我國職業標準分析與美國 O*NET 及歐盟 ESCO 的工作及技能相關資料，進行以下三項分析項目。由於各業在進行以下分析會視初步分析結果進行調整，各業詳細分析，請參酌其後各章節內容。

1. 新興工作：根據美國 O*NET 所發表 New Emerging List 並對照我國職業標準分類尚無明確分類職業，作為未來可能新興工作部份。
   (1) 挑選美國未來特定業別新興職業(New Emerging List)及具成長動能職業類別(即未來十年成長快速的職業類別)
      - 新興職業類別共有 159 項代表美國未來新增工作類型，故列入挑選範疇
      - 另外考量美國現有且未來會成長快速職業類別，但可能是我國未來新興工作類型，亦列入挑選範疇
      - 由於本研究所列出的六大重點產業別在產業分類上並無法完全地與美國各業別進行相對對照，故本研究僅能針對相關產業類別進行產業對照工作
   (2) 評估上述第(1)項內容並與國內職業標準分類進行對照
      - 首先，針對上述第(1)所挑選的結果，刪除重覆、不符國情發展等類別(由研究團隊初步進行主觀認定)
      - 其次，進行職業類別對照，惟考量美國職業標準分類(SOC)與我國職業標準分類並無直接職業對照表，因此本研究透過國際職業標準分類(ISCO)間接進行上述職業類別我國與美國職業標準分類對照工作
      - 最後，綜整無法對應到我國職業標準分類之部分，列為新興工作類別範疇
   (3) 有關職業類別所對應技能部份，係依上述方法進行職業挑選後，再透過 ESCO 資料庫蒐集/對應/彙整相對應的技能類型
   (4) 綜整以上新興工作分析結果，再透過產學研座談會檢視確認，進而得出最終新興工作職務與技能類型

2. 既有技能升級之工作：根據美國 O*NET 所發表 Bright Outlook List 與挑選美國未來具成長動能職業類別(即為未來十年成長快速的職業類別)，並與我國職業標準分類進行比對，藉以歸納出相關工作與技能。

(1) 挑選美國未來特定業別具備前景工作(Bright Outlook List)

- 具備前景工作代表美國未來具成長需求工作類型，故列入挑選範疇
- 美國 Bright Outlook List 內容共有 434 項工作包含美國各業具有發展前景的職業類別，將美國 Bright Outlook List 與美國特定產業相關職業類別兩項資料進行交叉比對之後，可得出具有發展前景的特定產業相關職業類別
- 另外考量美國現有且未來會成長快速職業類別，但可能是我國未來技能升級工作類型，亦列入挑選範疇

(2) 評估上述第(1)項內容並與國內職業標準分類進行對照

- 首先，針對上述第(1)所挑選的結果，刪除重覆、不符國情發展等類別(由研究團隊初步進行主觀認定)
- 其次，進行職業類別對照，惟考量美國職業標準分類(SOC)與我國職業標準分類並無直接職業對照表，因此本研究透過國際職業標準分類(ISCO)間接進行上述職業類別我國與美國職業標準分類對照工作
- 最後，綜整可對應到我國職業標準分類之分類，列為現有工作技能提升類別範疇

(3) 有關職業類別所對應技能部份，依上述方法進行職業挑選後，再透過 ESCO 資料庫蒐集對應彙整相對應的技能

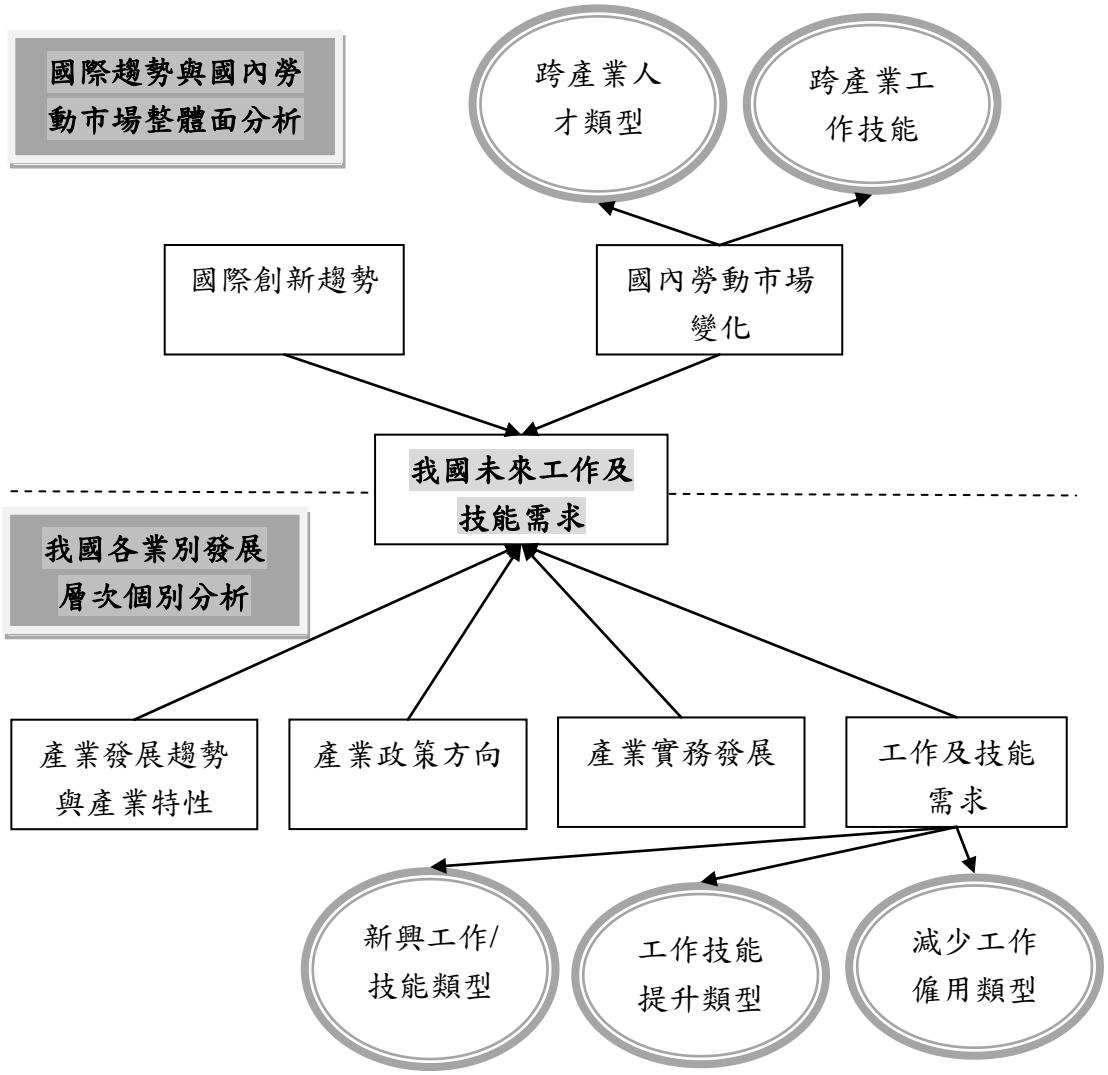
(4) 綜合以上既有技能升級工作分析結果，再透過產學研座談會檢視確認，進而得出最終既有技能升級工作職務與技能類型

3. 可能減少僱用職務：根據美國 O*NET 預估未來衰退的職業別，以觀察可能消失之職務。

(1) 挑選美國未來十年特定業別衰退快速的職業類別

(2) 初步評估上述第(1)項內容是否符合國內產業發展狀況

(3) 綜合以上可能減少僱用職務分析結果，透過產學研座談會檢視確認，進而得出最終可能減少僱用職務類型



資料來源：本研究繪製

圖 2-3　本研究長期觀測方法之觀測面向

第三章 創新趨勢下我國未來跨產業工作及技能需求分析

過去工業革命時代強調標準化作業，故需要大量的人力因應大量生產與製造。但現在面臨數位創新轉型革命，隨著下一代雲端、人工智慧與數據邊緣運算、下世代寬頻技術、無人機與機器人等新興科技的持續成熟，未來全面數位化時代正式來臨。當標準化已經不是生產消費追求的重點，未來需要是創新與客製化，這影響層面將大至勞動市場整體層面，小至就業者個人層次，都會有明顯變化。從需求面來看，因應數位時代的來臨，帶來商業營運模式的改變，民生日常需求都因數位化科技的興起而改變；從供給面來看，農業和製造業也都啟動其數位科技化生產模式，對服務業影響如熱門的金融科技、新零售模式等皆因數位科技而改變其原來樣貌，這意謂數位科技除了改變生活型態也不斷的顛覆產業商業模式。

本章內容規劃主要是分析數位創新趨勢對於我國未來產業發展樣貌分析，並進一步分析對於工作及技能需求之變革，最後聚焦於未來勞動市場所面臨挑戰及我國未來跨產業人才及技能需求類型。

第一節 創新趨勢下我國未來產業發展樣貌

我國產業發展基礎是以硬體資通訊產業為主，如今全球供應鏈改變與新興國家崛起下出口動能減緩趨勢，國內投資成長有限、內需消費不足、人口老化與勞動力短缺、薪資成長停滯等結構性問題，且產業發展轉型面臨製造業發展趨緩、服務業成長弱化問題，在未來數位創新趨勢(人工智慧、物聯網、大數據)影響綜效下，對我國農業主要是觀測監控系統生態建構，對製造業提高生產力/效率且具有小量客製化生產及風險預測功能，對服務業是提供創新服務模式。以下內容，主要以農業、製造業、服務業三大構面分析，如表 3- 1 所示。

一、農業

我國農業未來面臨季節性缺工、農業人力老化、農業安全等問題。在農業科技發展應用層面，未來可以導入前瞻技術，鏈結耐逆境育種、防(減)災技術與設施設備，建構模組化整合系統，提升農業生產體系抗逆境能力。再者，強化省工、節能之自動/智慧化機械設備研發及應用，提升農業經營效能，並建立農產品產銷供需大數據資料

庫，穩定優質農產品產銷能力。最後，發展創新節能循環農業，提高資源再利用價值，開創農業永續經營模式。

以我國農業發展，未來在自動化/人機協作、物聯網、人工智慧、大數據分析運算加成作用下，以整體產業規劃方向可建構一農業循環生態系，主要解決農業人力老化、季節性缺工、農業安全問題。我國農業過去屬於零散、小規模發展，無法針對天候變化、產銷情況、產品品質進行預測與控管。未來在新興科技運用下，透過農場環境感測技術系統，可以針對光、養分、濕度進行控管，並針對農產品的生長狀況進行即時控管，再透過物聯網、人工智慧、大數據分析運算加以提供相關的因應措施(如調整肥料使用、光照時間)，最後透過人機協作/自動化機械進行採收/儲運工作，使整體農業生產朝向智慧化，藉以提升生產力。在資料蒐集方面，不僅是農產品生長資料、氣候資料、市場需求資料亦蒐集彙整放入 AI 資料庫進行後續市場需求預測工作。在此發展模式，可以有效解決農業人力老化、季節性缺工問題、可以透過先進科技傳承現有農民的專業知識、農業作業朝向自動化、農業資源運用的有效管理(用水、肥料等)，最後可以透過履歷追蹤作業，保障農業安全問題。

二、製造業

我國產業發展以製造業為主，過去受硬體發展為主要潮流影響下，資通訊中間財為我國主要出口產品，然隨著新興創新科技興起，軟體相關產業帶頭發展下，消費需求市場轉為少量多樣化，我國過去硬體產品生產模式開始受到挑戰。未來在機械設備生產流程優化、人機協作提升生產力、開創新能源是重要發展方向。

在生產流程上，未來透過物聯網的感測器使用在機器設備，可以增加設備端邊緣運算的能力，了解各機器設備運用狀況並隨時監控。再者，透過生產線的人機協作及擴大自動化規模，讓生產流程更有效率、減少人力使用、進行多樣少量生產模式、現有勞動者工作技能提升與傳承。

以智慧製造為例，主要是希望能運用人機協同的模式走向智慧生產。也就是把人從機械的操作者，轉變成生產流程的決策者和管理者；在未來的智慧工廠中，製造端上的每個機器都能夠透過物聯網相

互對話，甚至能和上游的供應原料單位資料連結，無論是插單或急單，都能精準掌握生產線的狀態，可避免不必要的浪費、降低存貨以及縮短客製化產品的交貨時間，提高生產的靈活性以及效能，以達到智慧工廠(Smart Factory)的目標。

另外，我國目前已發展出多元的優質系統整合產品服務及多元的出口模式。在面臨少量多樣的消費者/廠商需求，透過智慧生產系統整合輸出模式，能深度挖掘具有外銷潛力的系統化產品與服務，加強對外推廣行銷，開拓出口動能。

三、服務業(零售/物流)

服務業種業態相當繁多，針對未來科技應用發展情境分析，則以零售物流為例，面臨 OMO 趨勢與平台經濟興起，主要運用跨域科技創新研發，建構智慧商業服務應用管理平台，提供便利多元購物(需求面)與建構智慧營運管理(供給面)，滿足消費者購物前中後階段新型態個人化服務體驗。其中，智慧零售未來科技應用方面，主要領域為物聯網軟硬體架構、人工智慧及大數據分析能力，以及行動科技與多元支付體系。

另以金融科技為例，不僅是科技層面的創新，更是金融商業模式的全面變革。由於金融服務模式及樣態產生變革因而創造出許多新的職缺，但也因科技及人工智慧等的創新運用，導致銀行分行經營型態、業務模式、服務流程、應用系統等有所改變，相關從業人員勢必面臨轉型的壓力，而部分金融業務也將被自動化、網路化以及人工智慧所取代。

表 3- 1　我國未來產業發展樣貌

重大變革	面臨挑戰	發展樣貌
1. 農業	• 農民高齡化 • 季節性缺工 • 農業安全	• 農業循環生態系統 • 人機協作效益提高生產力 • 履歷追蹤系統建構
2. 製造業	• 綠能經濟興起 • 消費需求市場轉為少量多樣化 • 生產流程優化	• 開創新能源 • 客製化製造、軟硬整合技術、人機協作發展 • 智慧生產系統整合輸出
3. 服務業	• 線上線下整合 • 客製化消費者需求	• 個人化消費體驗經濟 • OMO 趨勢與平台經濟興起

資料來源：本研究彙整

第二節 創新趨勢對未來工作及技能重大變革分析

隨著數位創新技術的快速演進，帶動人工智慧、大數據/雲端技術、物聯網、自動化/機器人/無人機、資訊安全等技術發展提升，不同的科技應用將使產業發展、企業商業營運策略/客戶關係及整體法規遵循環境條件等方面帶來變革與影響。

科技創新日新月異，深度融合、廣泛滲透到經濟社會的各個面向，可謂影響深遠。企業透過數位化、智能化確實可以改善服務流程、創新商業模式、提升競爭優勢，引領產業由勞力密集轉向知識與技術密集。另透過 ICT 的導入，可將員工人從原本工作內容釋放出來，並更專注於創造性的決策判斷工作，故此一趨勢，確實可開創新的商機與就業機會。惟在此同時，數位化、智能化將取代技術含量少、重複性高、例行性的工作，使得部分勞工面臨調適上的困難，甚至被取而代之風險。

一、國際數位技能需求盤點

為能完整我國未來跨產業工作及技能需求分析，本研究先透過現今國際面對數位科技趨勢所提出數位技能概念內容進行盤點，藉以捕捉數位技能類別與內涵。透過國外學研機構與政府調查報告來進行國外文獻蒐集，瞭解目前國際上針對數位創新技能的定義與分類，並在數位創新發展趨勢下對於工作及技能的影響層面。

(一) OECD

OECD 對於數位經濟下新工作型態或是新工作技能發展，以及對於資通訊發展下對於工作的替代/互補關係等重要議題，有諸多文章進行深入分析。如 OECD (2014)一文，認為全球面臨經濟成長趨緩，人口老年化等結構問題，未來網路的應用發展可以提高勞動生產力，開拓新的商機，並帶來新的、更好的就業機會。但在同時新興產業發展模式亦會影響勞動需求，並影響就業。這對於各國影響不盡相同，主要是依據不同國家的環境及未來政策方向。其中，針對工作技能需求，尤其是 ICT 技術需求未來會不斷增加，勞動者越來越需要通用和專業的 ICT 技能來完成工作中的任務。舉例而言，依據美國 O*NET 資料顯示，到 2022 年 IT 產業的職業被評比“明亮的前景”的占比是全部業別最高的，這代表未來這類工作需求會明顯持續增加。

但也從調查結果發現，ICT 技能雖是未來經濟發展就業的重要能力需求，但是大部分就業人口並不完全具備未來工作環境下所所必需的 ICT 基本技能。此外， OECD (2016) 亦指出數位技術在工作中應用將會有越來越大的需求，其中對於新技能應用主要針對三個重要面向：其一，運用 ICT 專業技能來編程或開發應用程式和管理網絡。其二，將 ICT 通用技術用於專業目的。其三，在工作中使用 ICT 相關新任務的技術，例如：大數據的資訊處理及分析，並藉以解決和提高效率。針對未來 ICT 技能需求架構，OECD 透過 O*NET 架構 ICT 的重要性與工作行為重要性，進行相關係數分析，綜合歸納出 5 大族群，包含 40 個工作行為。

表 3- 2　OECD 提出重要 ICT 技能分類類別

5 大能力族群	**工作行為**	
與他人接觸 (Interacting with others)	1. 派員組織單位 2. 發展/建立團隊 3. 指導和激勵下屬 4. 訓練他人 5. 協調他人的工作/活動 6. 執行行政活動 7. 為別人解釋資訊意義 8. 協助與照顧他人 9. 監控資源 10. 解決衝突與他人談判	11. 向他人提供諮詢和建議 12. 與組織外的人溝通 13. 培訓與教導他人 14. 影響他人 15. 與上司、同事或下屬溝通 16. 表演或與一般社會大眾合作 17. 建立與維護人際關係
心理過程 (Mental processes)	1. 判斷事物及服務品質 2. 評估資訊以確定是否符合標準 3. 分析數據或資訊 4. 決定與解決問題 5. 處理資訊	6. 思考創造性 7. 發展目標與戰略 8. 更新與使用相關的知識 9. 組織、規劃與優先考慮工作 10. 安排工作與活動
複雜/技術性工作成果 (複雜的、技術的) (Work Output –Complex, technical)	1. 修理與維護電子設備 2. 記錄資訊	3. 起草鋪設與指定技術設備與零件 4. 修理與維護機械設備
資訊投入 (Information Input)	1. 檢查設備、結構或材料 2. 監視進程、材料或環境 3. 獲得資訊	4. 識別對象及操作事件 5. 估計產品、事件或資訊的量化特徵
物理性/操作性工作成果(Work Output-Physical, manual)	1. 處理和移動對象 2. 控制機器過程	3. 進行一般體育活動 4. 操作車輛、機械設備

資料來源：OECD (2016)

(二) WEF

WEF 主要分析未來全球第四次工業革命發展下對就業及相關技能的影響，並提出未來勞動力整體發展策略。在調查方法上，主要透過線上問卷型式，訪問前 100 大全球主要產業的企業主或各國前 50 大企業主，針對就業趨勢、未來工作改變的驅動力、未來工作技能、未來勞動力規劃等面向問題進行了解。調查對象主要包含 371 家企業，橫跨 9 大產業類型(共 20 個細產業別)；而調查區域包含亞太、歐洲、中亞、北美、南非等國家[6]。在職業類別分類方面，係調查科技變化對全球未來就業及工作技能的可能影響，因此在職業類別分析上，由於考量目前僅有美國 SOC 職業分類的 Occupational Information Network (O*NET)有針對美國 974 個不同職業類別對照出工作所需技能及工作內容描述等詳細資料。是故，運用美國分類資料，建構出跨國的工作職能內容(請詳見下表 3- 3)，工作技能主要分為 3 大類、9 個中類、35 個小類，進而進行相關問卷分析工作。

表 3- 3　WEF 所使用的工作技能分類類別

技能分類 (Skill/ability family)	**工作技能 (Skill/ability)**	**定義 (Definition)**
能力(Abilities)		
認知能力	認知靈活性	生成或使用不同規則集合或分組不同方式的功能的能力
	創造力	能夠提出關於特定主題或情況的異常或聰明的想法，或開發創造性的方式來解決問題
	邏輯推理	組合資訊形成一般規則或結論的能力(包括在看似無關的事件之間找到關係)及/或將一般規則應用於具體問題以產生有意義的答案
	問題敏感度	能夠提出什麼是錯誤的或可能出錯的能力。它不涉及解決問題，只認識到有問題
	數學推理	選擇正確的數學方法或公式來解決問題的能力
	可視化	想像事物會如何移動或或重新佈置的能力

[6]詳細內容請參見 WEF (2016) 文獻資料。

技能分類 (Skill/ability family)	工作技能 (Skill/ability)	定義 (Definition)
身體素質	手工靈巧度	能夠精確地協調掌握、操縱或組裝物體
	體力	發揮最大肌肉力以提升、推動、拉動或攜帶物體的能力
基本技能(Basic Skills)		
內容技巧	主動學習	了解新資訊對當前與未來的問題解決和執行決策的影響
	口頭表達	與他人交流，有效傳達資訊
	閱讀理解	了解工作文件中的書面句子和段落
	書面表達	根據觀眾的需要，有效地進行書面溝通
	ICT 素養	使用數字技術、通信工具與網絡來訪問、管理、集成、評估和建構資訊
流程技能	積極傾聽	充分注意其他人所說的話，花點時間了解所提出的要點，適當提出問題，不要在不適當的時候中斷
	批判性思維	使用邏輯和推理來確定替代解決方案、問題的結論或方法的優缺點
	監測自我與他人	監控/評估自己，其他個人或組織進行改進或採取糾正措施的績效
跨職能技能		
複雜問題解決技能	複雜問題解決	用於解決複雜或現實世界環境中不明確問題的能力。
資源管理技能	財政資源管理	計算完成工作所需總支出
	物資資源管理	適當使用管理工作執行所需設備/設施和材料。
	人事管理	激勵、發展與指導人員工作，確定最適合工作的人員
	時間管理	管理自己的時間和他人的時間
社交技能	與他人協調	調整與他人行為有關的行為
	情感智力	意識到他人的反應與理解他們為什麼這樣做
	談判能力	把他人帶到一起，試圖調和分歧
	勸說	說服別人改變主意或行為
	服務導向	積極尋找幫助人的方式
	培訓與教學	教他人如何做某事
系統技能	判斷和決策	考慮到潛在行動，選擇最合適的相對成本與收益
	系統分析	確定系統應如何運作/操作，另外評估環境的變化如何影響結果
技術能力	設備維修和修復	對設備進行日常維護，確定需要什麼時間和什麼樣的維護及/或修理使用所需工具的機器或系統

技能分類 (Skill/ability family)	工作技能 (Skill/ability)	定義 (Definition)
	設備運行與控制	觀察儀表，撥號盤或其他指示燈，以確保機器正常工作;控制設備或系統的運行
	程序設計	為各種目的編寫計算機程序
	質量控制	對產品、服務或流程進行測試與檢查，以評估質量或性能
	技術與用戶體驗設計	生成或調整設備和技術，以滿足用戶需求
	故障排除	確定操作錯誤的原因並決定如何處理

資料來源：WEF (2016)

(三) EU

為能了解發展歐洲的數位技能，歐盟建構一套 DIGCOMP 架構，包含數位技能(Skills)、數位知識(Knowledge)、數位態度(Attitude)，三者之間具有一定關聯性，整體架構可區分為 5 大面向，包含資訊、溝通、內容創造、安全性、問題解決能力，分述如下：

1. 資訊：識別、定位、檢索、儲存、組織與分析數位資訊並判斷其相關性與目的。
2. 溝通：在數位環境進行交流，透過線上工具分享資源，與他人聯繫，可以透過數位工具進行協作，與社區及網絡互動，參與了解跨文化。
3. 內容創造：創造與編輯新內容 (從文字處理到圖像與視頻) 、整合與重新設計以前的知識和內容、製作創意表達，媒體輸出與編程;處理與使用智慧產權許可。
4. 安全性：個人防護、數據保護、數字身份保護、安全措施，安全與可持續使用。
5. 解決問題：識別數位化需求與資源，根據目的或需求，對最合適的工具做出明智的決策，透過數位手段解決概念問題，可以創造使用技術，解決技術問題，並提升自己與他人的能力。

(四) SkillsFuture

為能因應未來產業結構快速變化，新加坡於 2016 年底成立新加坡未來技能局 (SkillsFuture Singapore)負責統籌推動新加坡「未來技

能 (SkillsFuture) 計畫」[7]。其任務是推動高等教育學校支援未來產業所需技能措施，並將之整合且制度化。主要透過建構教育及培訓機構(包括大專院校、理工學院、工藝教育學院和新技能資格 (WSQ) 培訓機構等單位) 可以相互承認與可整合不同領域的認證機制，以推動新加坡職能發展，並協助新加坡人民規劃未來職涯發展，進而提高創新及生產力。

目前新加坡已先行針對重要發展產業類別進行一系列的未來工作藍圖規劃，包涵產業發展、產業所需技能、生涯規劃、重要職業類別工作內涵(工作任務、所需職能層級等)等構面。表 3- 4 主要簡列新加坡現今 13 項重要業別未來所需技能，如以電子產品及 ICT 產業而言，未來所需技能類別在 IoT 及 AI 未來發展之下，IoT 管理技能、資料分析系統設計技能、網絡風險管理、用戶體驗/用戶界面設計等皆為重要技能；若針對零售、食品服務、物流等服務業類別，則著重於行銷相關、生產力創新、服務流程優化、程序改良技能、解決方案管理、利益關係人和顧客管理等技能為主。另新加坡運輸為重要發展業別，則綠色航運(green shipping)技能[8]則是不可或缺所需技能之一。

表 3- 4　新加坡主要各業未來所需技能

類別	所需技能
1.會計	資通訊、商業敏銳度、企業評價、資料分析、有效溝通
2.航太	快速製版、預先綜合分析失敗能力、工程資安和風險管理、先進製造資料挖礦能力、製造執行系統、透過動態模擬分析機器生產力
3.生技醫藥	持續生產製造能力、遵守和監管事務能力、綠色製造、多樣產品製造能力、科技生產流程分析、品管能力
4.電子產品	自動化系統設計、IoT 管理、資料合成能力、資料分析系統設計、自動化系統維修、自動化程序控制、自動化操作監控、自動化系統設計
5.能源與化學品	IoT 管理、資料分析系統設計、機器人自動化科技應用、應用研究與發展、創新管理、產品設計發展
6.環境服務	自動化議題研究、IoT 管理、機器人自動化科技應用、資料統計分析、程序改良與最適化、程序品管、顧客

[7]新加坡未來技能局隸屬新加坡教育部。

[8] 所謂綠色航運是指在經營過程中注重經濟效益和保護環境兩方結合，強調航運效益和環境的相互協調，並可持續發展，將現代科學技術運用到港口船舶以及日常管理，使其節能高效的航運。

類別	所需技能
	管理、市場研究、利益關係人管理
7.餐飲	管理和審查系統流程、新食材創新、開發新產品原型和配方、促進創新流程、生產力改進、生產力和創新思維、生產力和創新技術、管理大批食品生產操作、採用數位服務解決方案、操作自動烹飪設備、發展服務業務、使用電腦基本功能
8.資通訊	分析和計算建模、業務創新、業務需求分析、業務流程重新設計、網絡取證、資料戰略、資料治理、資料設計、資料工程、數據可視化、網路事件管理、網絡風險管理、安全評估和測試、安全治理、安全計畫、利益關係人管理、威脅情報和檢測、應用程式開發、基礎設施設計、嵌入式系統編程、產品管理、用戶體驗設計、用戶界面設計、嵌入式系統接口設計、安全架構
9.物流	企業創新、程序改良、解決方案管理、利益關係人和顧客管理、科技管理
10.海洋與遠洋漁業	海洋工程、調試協調、工程安全和風險管理、快速製版能力、系統工程、綠色航運
11.零售	內容管理、部落格和 Vlog 部署、數據分析、聯盟行銷、訂單履行和退貨處理、資訊圖表和數據可視化、行動應用行銷、集客式行銷、社交媒體管理、付費搜尋引擎行銷、使用者經驗優化(UI 和 UX)、搜尋引擎優化(SEO)、交貨優化
12.海運	自動化、資料分析和網路安全、綠色航運、跨域技能、領導和管理技能
13.網路安全	安全監督管理、機器人和自動化應用、合同管理、創新管理、策略計畫、突發事件應變、品質保證和審計、安全風險分析、安全威脅研究、潛在威脅觀察

資料來源：SkillsFuture 各產業別文獻，本研究彙整

(五) UPX

美國鳳凰城大學(UPX)三位學者曾於 2011 年發表文章，認為在預測未來工作變化，應著重未來工作技能需求，主要考量在於工作技能需求可以橫跨不同產業類別或是不同工作環境，並非僅是單一工作機會。是故，Davies, A., Fidler, D., Gorbis, M., (2011) 結合量化及質化方法，進行未來工作技能分析。其中在量化分析上，利用 Institue for the Future(IFTF)在教育、技術、人口、工作和健康等領域的基礎預測及 UPX 的中長期預測結果；另在質化部分，主要是透過專家小組腦力激盪(brainstorming)模式，藉以強化上述 IFTF 的基礎預測與 UPX 的中長期預測兩者量化預測結果，嘗試描繪未來 2020 年工作技能藍

圖，並提出 6 大改變未來的驅動因子及所需具備的 10 項技能。如表 3- 5，6 大改變未來的驅動因子，包括人類生命延長會改變未來工作與學習本質、智慧機械系統興起會讓固定、規律性的工作機會消失、可計算的世界來臨，如大量感應器出現或是可編譯系統的出現、新媒體生態、既有組織系統結構重建、全球連結性更為緊密。至於，未來工作所需具備 10 項技能包括執行決策的直覺、社交智能、適應思考、跨部門能力、計算思維、新媒體素養、傳播能力、設計思維、認知負荷管理、虛擬協作能力等。

表 3- 5　UPX 歸納 6 大驅動因子與未來 10 項工作技能

類別	內涵	
6 大改變未來的驅動因子	1. 人類生命延長會改變未來工作與學習的本質 2. 智慧機械系統興起會讓固定、規律性工作機會消失 3. 可計算的世界來臨，如大量感應器出現或是可編譯系統的出現	4. 新媒體生態 5. 既有組織系統結構重建 6. 全球連結性更為緊密
未來工作 10 項技能	1. 執行決策的直覺 2. 社交智能 3. 適應思考 4. 跨部門能力 5. 計算思維	6. 新媒體素養 7. 傳播能力 8. 設計思維 9. 認知負荷管理 10. 虛擬協作能力

資料來源：Institute for the future for the University of Phoenix Research Institute, (2011) ，本研究彙整

(六) CBRE

CBRE (2014) 透過面訪亞洲、歐洲與北美共 11 個城市，220 位學者專家、業界代表及年輕人代表(青年座談小組)，了解現在不同國家的工作環境與未來在 2030 年工作場所可能發展的變化趨勢。其中，值得注意的是 AI 是大部分受訪者認為在未來相當重要的議題，依據專家預測結果發現，現今企業當中有將近一半的職業到 2025 年將會消失不見。所消失的職業並不代表人們一定會失去工作，而是未來人們要從事的工作內容會有所改變，越來越多的工作需要具備創造能力、社交能力及運用 AI 能力，代表未來工作技能需求亦會有所調整。

(七) BCG

波士頓諮詢公司(BCG)透過勞動市場量化推估模型，預測未來各

國勞動力會逐漸出現短缺狀況，尤其在 2020-2030 年之間全球勞動力短缺情況會越來越嚴重，其中德國的勞動供給在 2012-2020 年的複合成長為-0.4%，在 2020-2030 年的複合成長惡化為-1.21%，不僅是德國如此，日本、俄羅斯、波蘭、西班牙亦為相同發展趨勢。除了從量化分析了解到全球未來就業人力會大幅減少，亦透過專家訪談的質化研究發現，2025 年德國在工業 4.0 智慧化發展下，對產業的重要影響，主要有大數據驅動的品質控管、機器協助生產模式、自動車、生產線最適規劃、智慧供給網絡、預測維修能力、生產服務化、生產自動化等。

(八) 英國職業技能調查報告

面臨數位環境競爭與國際化變遷，針對國家職業技能調查報告，英國自 1999 年起實施技能需求調查，且自 2003 年擴大由 e Learning and Skills Council、Department for Innovation, Universities and Skills 與 Sector Skills Development Agency 共同執行國家職業技能調查(The National Employers Skills Survey)[9]，整體研究架構包含量化與質化分析，主要針對技能不足的人數、技能落差缺口比重，以及技能落差的項目進行全國性調查。其中，針對不同職業類別的技能落差分析，有關技能缺口部份，由表 3- 6 結果可知，不論哪一類的職業類別實務技術都是目前技能缺口的主要類別，其次為顧客管理技能。

表 3- 6　英國主要職業類別技能落差缺口

職業類別	技能落差類型及比重(最高前三項)
整體	實務技術(62%)、顧客管理(41%)、問題解決(38%)
高階管理人員	管理(63%)、實務技術(60%)、顧客管理(40%)
專業人員	實務技術(76%)、顧客管理(37%)、問題解決(45%)
輔佐專業人員	實務技術(55%)、顧客管理(36%)、管理(33%)
行政和秘書	實務技術(51%)、顧客管理(49%)、寫作技巧(47%)
專業技術人員	實務技術(73%)、問題解決(42%)、團隊工作(41%)
個人服務	實務技術(60%)、口語溝通(46%)、問題解決(45%)
銷售客戶服務	顧客管理(56%)、實務技術(51%)、口語溝通(49%)
機械操作人員	實務技術(73%)、口語溝通(27%)、團隊工作(26%)
基層人員	顧客管理(60%)、實務技術(59%)、團隊工作(54%)

資料來源: National Employers Skills Survey 2009: Key Findings，本研究彙整

[9] 該技能調查僅更新至 2009 年，後續並無相關調查結果。

(九) ECORYS UK

國際顧問諮詢公司 ECORYS UK 曾接受英國企業創新及技能部(Department for Business Innovation & Skills) 和 文化媒體運動部門(Department for Culture Media & Sport)等政府單位的委託，進行數位技能的定義和架構，並利用大量文獻，進行英國數位技能的需求和供給評估分析[10]，除了整體性分析外，亦針對國內重點業別進行深入剖析，包含健康與社會安全、製造業、專業服務業、創新數位教育、營造業、零售和物流等。主要分析結果以英國勞動力市場而言，數位技能短缺現象持續存在，應透過社會資源來進行員工再培訓措施，以滿足英國勞動市場對於需要數位技能的需求。

(十) Tech Partnership

英國 Tech Partnership 為主要創造英國數位經濟技能的網絡形態機構，本身制訂數位技能架構，並依此與國際顧問公司進行英國數位技能狀況相關調查。數位架構主要包含管理資訊、溝通、交易、問題解決、創造力等 5 類，詳細內容請見下表 3- 7。據 2017 年調查結果顯示英國有 79%的成年人擁有基本數字技能，比前一年 77%比重有所提高，另外則有 21%的人(估計有 1,150 萬英國成年人)沒有達到基本數字技能水準。

[10]文獻包含 DIGCOMP、Canadian Study、OECD、UK forCE (除 OECD 和 UKforCE 明確的定義外，其他文獻不是太廣泛就是僅針對單一部門)。

表 3- 7　Tech Partnership 基本數位技能架構與定義

項目/數位技能類型	管理資訊	溝通	交易	問題解決	創造力
數位任務	1. 使用搜尋引擎在網路上搜尋資訊 2. 找出曾經瀏覽過網站 3. 下載/儲存網路上圖片	1. 利用郵件或線上訊息服務傳送訊息 2. 線上分享資訊	1. 在網路購買商品或服務 2. 可在裝置上購買及安裝軟體	1. 確認網路資訊的來源 2. 透過線上裝置或數位服務解決問題	1. 完成在線申請資訊 2. 從線上影片、音樂、圖片等內容進行新型態創造
內容描述	查詢、管理和儲存數位資訊和內容	溝通、互動、協作、分享和與他人聯繫	購買和銷售商品和服務、管理財務、註冊與使用數位政府服務	使用數位工具解決問題和尋找解決方案來增強獨立性和自信	建構基本數位內容，以便與數位社區與組織進行互動
安全性	識別與評估準確的資訊來源、瀏覽網頁時使用安全工具、定期更新和運作病毒檢查軟體、管理分級保護控制	瞭解管理身份,保護免受詐騙、使用正確的安全設置 (包括管理分級保護) 、保護客戶資料	使用安全網站進行財務交易、保護個人資料、尊重他人/第三方隱私	使用安全來源網站、避免惡意網站詐騙網路窗口	注意版權法、保護個人資料、尊重他人隱私
對個人而言	1.使用搜索引擎來查詢需要的資訊 2.在網站上比較/搜索/交易 3.註記有用的網站和服務 4.將數據儲存在設備或雲端	1.使用電子郵件/即時消息/視頻通話和社交媒體保持聯繫 2.在論壇/社群發文 3.與組織針對產品和服務進行溝通	1.理解和使用市場買賣 2.網購商品 3.預訂旅行 4.管理銀行帳戶 5.設置和管理信用帳戶	1.自行透過學習教學手冊執行簡單任務 2.參考網絡用戶的反饋意見來解決常見問題 3.線上支援服務(線上聊天系統)	1.發佈社交媒體貼文 2.發佈 CV 簡歷的文件 3.建立和分享相簿 4.建立和分享有關產品和服務的反饋意見

項目/數位技能類型	管理資訊	溝通	交易	問題解決	創造力
對公司機構而言	1.將數位資訊儲存在供應商和客戶 2.尋找新的供應商 3.瞭解誰是網站使用者 4.發現業務的潛在成長機會	1.維護客戶關係 2.使用社交媒體宣傳業務並聯繫新客戶 3.提供有用產品資訊與解決常見問題來改善客戶服務	1.透過網站極大化潛在銷售力道 2.透過申請政府商業執照節省交易時間 3.接收付款/捐贈 4.保護公司免受詐欺/詐騙	1.節省商務旅行費用及透過使用視訊會議達到更高效率 2.使用企業支援網站系統與基本指南 3.根據線上回饋機制能快速瞭解哪些產品與服務是受到市場歡迎 4.提供分析以改善網站績效 5.可以解決安全來源問題	1.建構電子商務網站 2.建構內容 (圖片、文本) 來宣傳公司和尋找顧客來源 3.使用社交媒體和社群與客戶接觸 4.建構資源以提高員工技能水準

資料來源：Tech Partnership

綜上所述，本研究針對國際對於未來工作及技能相關文獻統整彙整至表 3- 8[11]，透過盤點 UPX、BCG、CBRE 及 WEF 等研究，瞭解國際對於未來工作及技能需求相關議題分析及重要技能需求類型，作為本研究後續進行我國未來跨產業類別技能需求分析的基礎。

表 3- 8　對未來工作及技能相關文獻整理

	1. UPX	2. BCG	3. CBRE	4. WEF
時間	2011	2014	2014	2016
文章名稱	Future Work Skills 2020	Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries	Fast Forward 2030-The Future of Work and the Workplace	The Future of Jobs-Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution
探討主題	主要描繪出 2020 年全球工作技能藍圖	主要預測未來各國勞動力短缺情況與主要影響產業的驅動力來源	瞭解現在不同國家的工作環境與 2030 年工作場所可能發展的變化趨勢	探討第 4 次工業革命趨勢下主要發展國家的未來技能需求和勞動力策略
研究範疇	全球	全球	歐美亞	15 個主要發展經濟體
研究方法	1. 結合量化及質化方法進行分析 2. 量化分析利用 IFTF 基礎預測及 UPX 中長期預測結果 3. 質化分析主要透過專家小組進行腦力激盪	1. 透過勞動市場量化推估模型，預測未來各國勞動力會短缺狀況 2. 透過專家訪談的質化研究瞭解 2025 年德國 4.0 發展下對產業影響	主要透過亞洲、歐洲與北美共 11 個城市 220 位學者專家、業界代表及年輕人代表(青年座談小組)的訪談質化分析	1. 主要透過 9 大產業類別(20 個產業部門)，訪問各產業部門的 100 大企業進行調查(線上問卷調查)，共有 371 家公司 2. 大量文獻回顧與一系列產學研諮詢會議
研究成果	嘗試描繪未來 2020 年工作技能藍圖，並提出 6 大改變未來驅動因子及	1. 未來各國勞動力會出現短缺狀況，在 2020-2030 年之間全球勞	AI 是大部分受訪者認為未來相當重要的議題，現今企業中有將近一半	1. 主要瞭解 15 個國家的就業趨勢與未來改變的驅動力 2. 透過計算技能穩定度來分析未

[11] 針對未來面臨工作自動化風險的相關文獻，請另見附表 13 內容。

	1. UPX	2. BCG	3. CBRE	4. WEF
	所需具備 10 項技能	動力短缺情況會越來越嚴重 2.在工業 4.0 發展下對產業影響主要有大數據驅動的品質控管、機器協助生產模式、自駕車、生產線最適規劃、智慧供給網絡、預測維修能力、生產服務化、生產自動化等	職業到 2025 年會消失不見，這不代表人們一定會失去工作，而是未來工作內容會有所改變，越來越多的工作需要利用創造能力、社交能力及利用 AI 能力	來需要新的核心技能之程度，主要各國由 35 項核心技能選出 5 項技能(分別由現在與 2020 年發展來挑選)，藉以比較技能穩定度

資料來源：本研究彙整

二、主要國家職能標準盤點

為使國家人才培訓符合產業用人需求，不但需要重視職業訓練的規劃投資，還可透過建立系統性產業職能/技能標準的方式，以整體規劃角度進行國家產業人力供需兩端的連結機制，藉以分析符合產業發展及就業者擔任特定職業所需具備的能力要求。

此外，政府單位可採用系統性的產業職能/技能標準架構，進一步規劃相對應的訓練及培育課程，以培育國家未來所需人才類型，打造人才未來競爭力。本研究彙整亞洲主要國家職能標準制度，包含美國、日本、澳洲、新加坡、香港等，而分析重點主要包括推動背景、推動架構與方式、產業職能/技能標準內涵等。

(一) 美國

1. 推動背景與沿革：

美國職業能力標準建置工作主要由勞工部就業與訓練局(ETA)負責推動，其下主要透過職業資訊網(O*NET)及產業職能模型(Industry Competency Model)扮演國家職能標準推動角色12。

2. 推動架構與方式：

職業資訊網(O*NET)：O*NET 是美國重要職業資訊彙整計畫，主要透過廣泛蒐集調查國內各種職業的工作者相關資訊，藉由標準化分析美國各業及各職業類別相關職業條件，建立資料庫型態，以協助畢業新鮮人尋找自我職涯規劃或是在職工作者針對未來想要改變工作職涯規劃所用。

產業職能模型(Industry Competency Model)：ETA 透過各產業公協會合作，邀集產業領導者共同發展與維護更新產業職能模型。該模型主要是表現國內特定產業及其次產業所需的發展基礎與技術職能內容，並與職業資訊網連結，透過銜接職業職能資訊，以協助廠商、教育訓練、經濟發展和公共勞動投資等各界專家，在同一職能架構下進行訓練課程發展、建構訓練模式、設定績效指標和推動能力認證，達到培養具競爭力勞工之目標。

---

[12]美國政府認為國家技能標準委員會（NSSB）設立精神與美國國家技能標準發展規劃有所牴觸，故已於 2003 年終止運作，改由國家技能標準機構(NSSBI)進行產業技能標準/評估及認證相關研究工作。

3. 產業職能/技能標準內涵：

針對技能標準，若以職業類別角度分析，美國 O*NET 產業職能/技能標準架構主要分為六個面向，包括：工作者特性、工作者條件、經驗要求、勞動力特性、職業條件訊息、職業要求。然若以整體產業構面來看，產業職能模型是分析整個產業需要的職能項目為主，不同技能標準是針對特定工作場所或工作角色所需能力，並以金字塔的架構型態呈現(共有 9 個層次)，其中層級 1-5 分別表達個人效能職能、學術職能、職場職能、整體產業技術職能、自動化次領域技術職能，是屬於從事該產業所需要的必要技能，而第 6-9 層次技能則需視職業屬性而有所不同，分別為特定知識領域、特定技術職能、特定資格要求、管理職能；綜而言之，層級越高代表職能運用越趨於專業具體化。

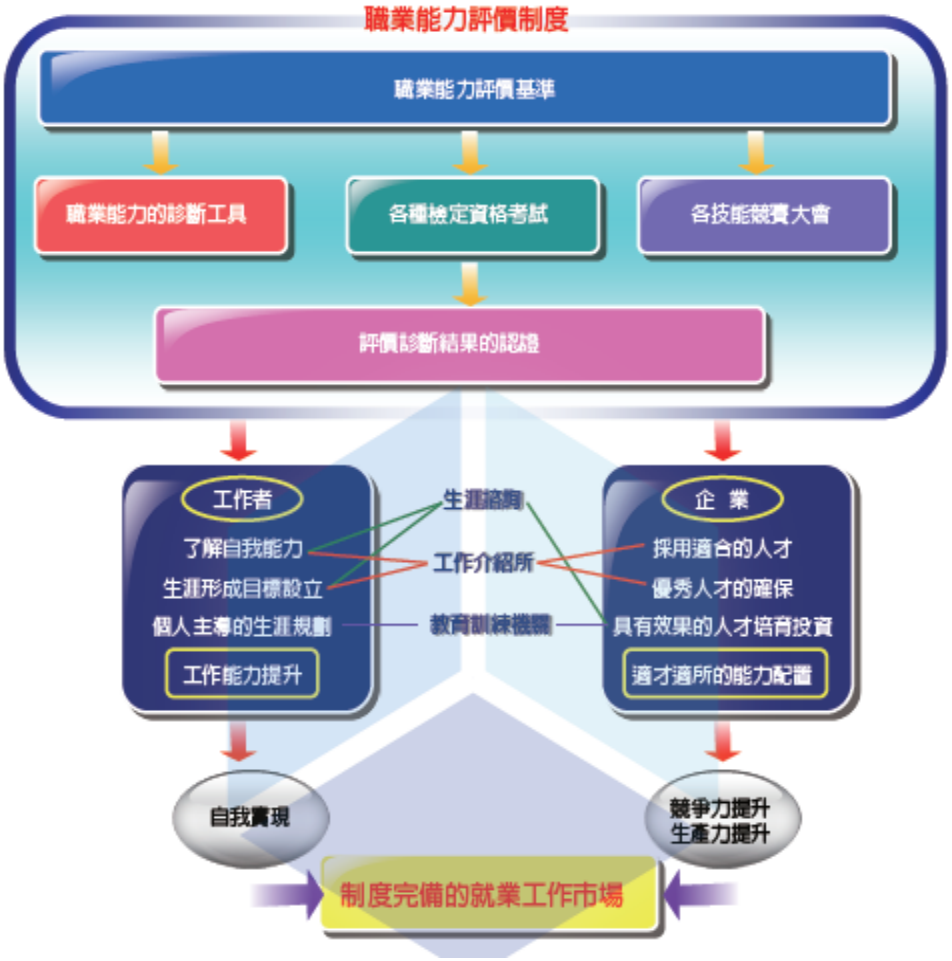
(二) 日本

1. 推動背景與沿革：

日本厚生勞動省自 2002 年起委託日本中央職業能力開發協會(JAVADA) 建置各業別「職業能力評價基準」，主要是依據業種、職業類別與職務內容所應具備的知識、技術與技能的綜合評估分析。日本厚生勞動省透過建立職業能力評價基準，有助於規劃合適的職業技能檢定並協助企業健全人力資源制度，強化企業員工生產力、增加市場競爭力。另外，職業能力評價基準主要功能可用於人才培訓、企業調整人事規範與考核制度、掌握人力資源與人才運用、建立業界檢定考試制度。

2. 推動架構與方式：

職業能力評價基準的建置是由 JAVADA 針對每一業種籌組一職業能力評價基準委員會，委員會成員包括產學官代表，同時並有一個相關產業的公協會協助下，進行基準內容討論會議及企業深度調查。詳細評價基準，可參見圖 3- 1。日本職業能力評價制度對工作者而言，可以了解自我能力與未來生涯目標設立與規劃，藉以提升工作者的工作能力：另一方面，對企業而言，可以選用適合人才及進行人才培育投資，達到適才適所的能力配置。



資料來源：工業技術研究院產業學院，泛太平洋地區國家職能標準制度簡介

圖 3-1　日本職業能力評價制度

3. 產業職能/技能標準內涵：

日本企業可透過日本厚生勞動省所建構「職業能力評價基準」評量系統，建立一組公司內部工作所需的工作能力組合，不論企業規模大小或員工職務種類皆可適用。職業能力評價基準主要包括職務類別、工作職責、該具備的職業能力(包含必要共通性能力、專業職務所需特定能力兩大類)、必要知識等重要項目。除此之外，職業能力評價基準為能讓國內企業廣泛運用，進一步依據職責與工作難易程度，再細分為員工、資深員工、管理者/專業人員、資深管理者/資深專業人員等 4 個層級標準，藉以協助企業導入自有的人力資源體系，讓職業能力評價基準成為企業可信賴使用指導方針。

(三) 澳洲

1. 推動背景與沿革：

澳洲職能機制是將職能標準與訓練課程、評估指引及資歷證明整合為單一體系，主要包括澳洲資歷架構(AQF)與訓練套件(Training Packages)、澳洲品質訓練架構(AQTF)，藉以建構起澳洲國家訓練體系。澳洲國家訓練體系以 AQF 為基礎，使學校教育、職業訓練及高等教育具有銜接通路，讓教育、訓練和就業達到一致性接軌；再以訓練套件規範職業的教育及訓練課程內容，包括工作之職能單元、對照的資歷層次、產業導向的評量指引等；最後透過 AQTF 架構 確保訓練套件實施具有一定品質水準。

2. 推動架構與方式：

澳洲資歷架構(AQF)：澳洲教育與訓練的權限是由聯邦、州與領地政府所共享；因此，AQF 係由澳洲各級政府的教育、訓練與勞動部門共同推動，目前 AQF 架構是由澳洲資歷架構委員會(AQFC)負責架構的管理與監控。

訓練套件(Training Packages)：訓練套件是一套全國標準及資格的組合，主要是用於認可及評定工作者在某一特定產業/部門或企業的技術，彙整個人在擔任特定職務應所具有的技術和知識，並可提供給教師和訓練機構據此發展合適的學習和評量策略。訓練套件發展主要由產業技能委員會(ISC)負責，根據產業界的技能需求，以職能標準為基礎發展而來，提供給全國職業教育與訓練機構(RTOs)進行教育與訓練課程。

澳洲品質訓練架構(AQTF)：AQTF 主要確保澳洲職業教育與訓練可具有全國一致性、高品質訓練與品質保證的制度。有四大主要目的：提供培訓機構的立案標準、提供在各省與各領地負責管理、認證培訓課程的機構所須遵循的標準、提供科目教學與評估的標準、提供行政系統的標準。

3. 產業職能/技能標準內涵：

澳洲資歷架構基於知識、技術與應用等學習成果的差異，將資歷認證劃分為 10 個等級，請詳見下表 3- 9。

表 3-9　澳洲資歷架構制度的分級內容說明

層級	資歷種類	說明
第 1 級	證書	取得此級資格者擁有知識、技能，以從事**初階**工作、社群參與與進一步學習
第 2 級		取得此級資格者擁有知識、技能，以從事**標準**工作與進一步學習
第 3 級		取得此級資格者擁有**理論性/實務知識**、技能，以從事工作與進一步學習
第 4 級		取得此級資格者擁有**理論性/實務知識**、技能，以從事**專業或技術性**工作與進一步學習
第 5 級	文憑	取得此級資格者擁有知識、技能，以從事**技術性、準專業工作**與進一步學習
第 6 級	進階文憑/副學士學位	取得此級資格者擁有**廣泛知識**、技能，以從事**準專業、高技術工作**與進一步學習
第 7 級	學士學位	取得此級資格者擁有**廣泛和一致的知識**、技能，以從事**專業工作**與進一步學習
第 8 級	學士榮譽學士/研究所證書/職業研究所證書/研究所文憑/職業研究所文憑	取得此級資格者擁有**進階知識**、技能，以從事**專業、高度技能**與進一步學習
第 9 級	碩士學位	取得此級資格者擁有**專門知識**、技能，以從事研究、**專業實作**與進一步學習
第 10 級	博士學位	取得此級資格者擁有對**負責領域學習與專門性研究的系統性、批判思考技能**，以從事**進階學習、專業實務**

資料來源：工業技術研究院產業學院，泛太平洋地區國家職能標準制度簡介

(四) 新加坡

1. 推動背景與沿革：

新加坡自 2000 年起開始推動國家職能認證系統(NSRS)，透過職能標準和技能認證的架構建構，針對國內各項產業訂定職能標準並結合訓練系統、提供認證機制，藉以提升國內人力素質與國內產業競爭力。其後，勞動力發展署依據國家職能認證系統基礎，再行規劃更為完善的職能訓練架構，稱之為勞動力技能資歷架構(workforce skills qualification, WSQ)，透過整合訓練、發展與檢定認證等相關面向，以及跨部會的合作並導入產業界意見，最後歸納出不同產業別所需的專業職能。目前勞動力技能資歷架構已建構國內 30 個產業別職能標

準，如保全、企業管理、藥學等業別。

2. 推動架構與方式：

「勞動力技能資歷架構」推動專責單位是勞動力發展署，推動模式包括各產業勞動力技能資歷層級建立、培訓方案規劃、受認可培訓機構管理等三大部分。其中，針對技能資歷層級建立是由勞動力發展署召開會議，邀集相關部會及產業代表，參考國際間具代表性之標竿企業，針對不同業別擬定出適當的技能資歷架構，以提供各企業及民眾參考。再者，針對培訓方案規劃，各公私立訓練機構可依據政府所公布之技能資歷架構，規劃設計相對應課程，並呈報勞動力發展署審核同意，便可獲得政府認可成為勞動力技能資歷課程。最後，針對受認可訓練機構管理，新加坡主要採取開放式的管理方式，是故發展出三種不同的類型，如第一種是公開型訓練中心，一般民眾皆可參與；其次，為綜合型訓練中心，提供給一般民眾及企業自身員工參加；第三種是私人型訓練中心，新加坡企業可依照自身培訓需求規劃課程，僅提供自身員工參與，不對外開放。

3. 產業職能/技能標準內涵：

WSQ 內涵由三個不同的技能層級建構起來，包括基本技能、產業技能、職位技能。基本技能主要是各產業所需的基本核心能力；產業技能是不同產業所需專業能力；職業技能是指各產業特定職位所需的專業技能。

(五) 香港

1. 推動背景與沿革：

香港教育統籌局自 2002 年起開始籌劃建立職業能力標準制度，2007 年 10 月，香港立法會通過「學術及職業資歷評審條例草案」，2008 年 5 月該條例全面生效，資歷架構正式實行。現今香港職業資歷架構主要由香港教育局負責推動。

2. 推動架構與方式：

香港資歷架構是一個資歷等級制度，所參照的資歷並不限於學術界所頒發的學歷，而兼顧各業別所需的能力基礎。透過這個架構，可將香港原先各自為政的主流教育、職業培訓，以及持續進修等方面的不同資歷進行系統性的整合，讓學歷與職能進行清楚的對照說明。資

歷架構首先以產業區分，再從每個產業中區分不同職務種類，每種職務裡再依能力深淺程度細分 7 個等級。香港教育局採用「資歷級別通用指標」作為區分 7 個等級職能的通用準則，通用指標包括 4 個面向：知識及智力技能、過程、應用能力、自主性及問責性及溝通能力、運用資訊科技及運算能力。並依照這 4 個面向的深淺程度，在每個職能範疇中規劃出 7 個級別所應具備的具體能力要求，彙整這些能力要求，即為該產業之「能力標準說明」。

3. 產業職能/技能標準內涵：

香港資歷架構各級之內涵，主要是依據香港教育局提出 4 項通用指標之深淺程度予以分級，能力標準說明中，每一職務範疇皆分為七級，每一級有其所必須具備的「能力單元」，以描述該項級能力所需具備的標準及其內容，主要包含該能力單元所適用的職務範疇與級別、學習該能力單元所需的學分數、學習能力單元數應具備的表現、及取得該能力單元所要求的綜合成效等。

三、重要創新趨勢發展及對未來工作需求分析

依循前述未來創新趨勢影響層面分析，面臨未來物聯網、人工智慧對工作及技能影響，主要可區分為新興工作及可能消失工作兩大層次。其中，針對可能消失工作類型主要是第一線現場操作或重複性事務性工作，如隨著自然語言處理技術發展，未來大多數的電話行銷工作將可交由機器人執行、快遞/外送員可能被無人機所取代、計程車司機工作可能會受到自駕車發展所影響。以下分析內容，則是針對主要科技發展趨勢變化及可能衍生新興工作機會進行說明。

(一)人工智慧(Artificial Intelligence, AI)

人工智慧技術發展已久，但近年來其應用卻呈爆炸性成長，各大產業對 AI 的重視程度與資源投入持續增加，成為智慧零售、智慧交通、智慧醫療、智慧製造等產業應用的關鍵技術。據 Gartner(2017) 報告指出，在 2019 年之前人工智慧造成的職務消失將多於其創造的工作機會；以長期而言，人工智慧創造就業量將會超過工作減少機會數量，這代表人工智慧勢必會對勞動市場的職務與技能造成影響。

針對未來 AI 發展所引發趨勢，人工智慧在零售、交通運輸和自動化、製造業及農業等各行業垂直領域具有巨大的潛力。對產業的影

響目前比較顯著的，其一是自駕車，自駕車的發展未來會牽動相關機械產業及後端服務產業發展，會有促使新機會/新需求出現，當然亦會造成部份產業受到衝擊，如自駕車禍事故之保險理賠歸屬問題，使得現有保險產業的理賠工作流程有所改變。另外，以目前 AI 發展，由於醫療保健行業本身具備大數據資料豐富性，未來可利用大數據及人工智慧技術，進而精準改善疾病診斷、甚至可以廣泛應用於臨床試驗、大型醫療計畫、醫療諮詢與宣傳推廣和銷售開發[13]。舉例而言，運用 AI 的圖像辨識和深度學習技術協助醫生判別病症(如視網膜和乳癌的辨別)。

若專注探討對工作而言，據 Gartner 研究指出，未來人工智慧應用到重複性低且變化較大的低例行性工作，這部分效果是協助而非取代人工，因為結合人類與機器，會比單獨僱用專業人士或使用人工智慧機器更有效率且具準確性。未來因應 AI 趨勢下有些職業需求會有所變化，其中針對現有部份工作機會有擴增包括照護社工人員、銷售及行銷經理、創業家，但亦會衍生出新的職務需求，如下所述：

1. 機器訓練員

   未來 AI 技術必須仰賴訓練員產生、蒐集及管理相關數據。

2. AI 工程師

   AI 工程師需具備分析和創意能力，是屬於新興工作類型。

3. AI 測試員和監督員

   AI 技術發展相當快速，但由人類協助作業仍具必需性，主要依靠人類找出程序錯誤、自動評估並更正代碼，協助進行品質測試與監督工作。

(二)大數據/雲端技術(Big Data/ Clouding)

資料經濟時代來臨，根據國際數據資訊 (IDC) 預測，大數據整體技術與服務市場的年複合成長率為 31.8%，成長可期。當物聯網應用將越來越普及，勢必需要大數據及雲端技術基礎結合才能發揮綜效。大數據趨勢將帶動產業的商業模式走向數位化、智慧化。舉例而言，傳統實體零售業者將面臨新的挑戰，如各大電商業者紛紛宣示投

[13] 詳細內容請參見國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心 (2017)一文。

資大數據相關的業務，發展線上線下整合模式。另外，共享經濟快速崛起，Uber 透過大數據分析乘客的目的地與乘車動機，作為提升民眾乘車體驗基礎。隨著大數據應用漸廣，依據 Payscale 研究統計，未來大數據發展下主要人才需求類型：

1. 資料分析師 (Data Analyst)
   專門從事各產業數據蒐集、整理、分析，並依據數據做出研究分析評估的專業人員。
2. 資料科學家 (Data Scientist)
   資料科學家與資料分析師雖屬新興職業別，資料分析師是將統計分析資料作為評估基準來設計行銷方案，資料科學家則主要研究設計分析資料的演算法，提出不同的理論來測試這些結論，最後建立統計模型判斷消費者行為。因此，資料科學家需要具備程式開發的能力(Java 或 Python)，而且對機器學習(Machine Learning)領域有所瞭解。
3. 資料架構師(Data Architect)
   資料架構師要負責建立和維持公司資料儲存的技術基準，策劃硬體和軟體的結構，確保資料儲存系統可以支持未來的資料量和分析需求。
4. 首席資訊長(Chief Information Officer, CIO)主要負責企業內部資訊系統和資訊資源規劃和整合的高級行政管理人員，彙整規劃所有數據策略相關的工作責任。

(三) 物聯網(IoT)

物聯網是近年主流科技產業趨勢，是以資訊經濟為發展核心，創造優質生活及生產製造效率，不論是各國政府政策或私人企業經營皆積極投入相關資源，對未來產業發展將有突破性變革。物聯網市場未來商機相當龐大，物聯網發展重心開始從個人消費端朝向產業生產製造端，推動製造業升級轉型。個人消費性市場對物聯網應用的需求，偏重於使用方便、即時監控、休閒娛樂、重視使用者體驗等要素(如車聯網、智慧家庭等)；而在生產製造端的物聯網應用則著重於總成本降低、生產效能提升、時間效率提升、安全性提高、方便性與易操作性等實務特性需求(如工業物聯網)。

隨著物聯網市場與應用日益成長，對於需要特定物聯網技能的工作機會因應而升，依據 104 資訊科技集團研究資料，物聯網的人才需求是跨產業，除研發工程外，也會需要業務、企劃產品等相關人才，主要是協助提供智慧解決方案的應用；另外針對電子產品系統、演算法開發、電信通訊系統、數位 IC 設計、RF 通訊等工程師類別也有一定需求。由此，本研究彙整針對物聯網發展下的新興職務：

1. 工業資料科學家(Industrial Data Scientist)

   主要具備設計與製造的專業知識，透過建立資料模型，截取企業大量 IoT 資料並進行資料分析，從中擷取出有意義的重要資訊，藉以協助改善企業的生產程序或提升產品質量。

2. IoT 解決方案架構師(Solution Architect)

   負責提出用於整合各種不同科技/平台與人力資源技術規範。

(四) 自動化/機器人/無人機

機器人產業是需要機械、電子零件的高度整合，因此未來模組研發人員、程式設計人員需求將激增。機器人需要撰寫程式、設計嵌入型系統、測試最適材質、研發各式零組件，但最重要的是機電系統整合，才能發會效益。

1. 機器人協調員

   未來隨著自動化機器人在製造現場應用日益普及，企業會需要聘僱負責監督自動化機器人運作，並在發生故障狀況時負責排除問題。

2. 機器人訓練師

   大量自動化機器誕生後，如何讓機器人舉止貼近人類行為，成了嶄新的學問。機器人訓練師即是機器學習專家、需要自然語言技術專才，主要工作包括訓練它們講出人類的語法、音調，甚至有同情心表現。

3. 機器人工程師

   機器人工程師必須具備硬體、軟體知識，通曉機器人各種不同的系統知識。

4. 使用者介面設計師

未來無限移動裝置逐漸普及，手機 App 需求大量興起，未來設計人與機器的使用者介面(user interface,UI)，會有大量工作需求。

(五) 資訊安全

行動化、雲端服務及無人車、智慧物聯網等技術蓬勃發展，物聯網是聯結網路、應用程式、行動化、雲端、大數據及人工智慧等科技之平台，未來針對此平台的網路資訊安全議題更為重要。IDC 預期資安產業並為全球目前成長最快且未來 20 年的五大關鍵產業之一。因此，網路安全分析師即是未來重要職缺之一。

表 3- 10　重要發展趨勢下新興工作類型

重要發展趨勢	新增工作類型
人工智慧	1. 機器訓練員 2. AI 工程師 3. AI 測試員和監督員
大數據/雲端	1. 資料分析師 2. 資料科學家 3. 資料架構師 4. 首席資訊長
物聯網	1. 工業資料科學家 2. IoT 解決方案架構師
自動化/機器人/無人機	1. 機器人協調員 2. 機器人訓練師 3. 機器人工程師 4. 使用者介面設計師
資訊安全	網路安全分析師

資料來源：本研究彙整

第三節 我國勞動市場所面臨挑戰及變化與所需跨產業人才類型

數位科技趨勢對經濟與勞動市場的影響已經引起相當廣泛討論，尤其是針對未來就業移轉程度擴增與新型態的工作環境的條件、勞動市場的法規環境等，進而引發就業需求改變、就業契約發生變化、所得分配更為不均等可能變化14。有關我國勞動市場未來面臨的挑戰分析，本研究採用腦力激盪專家座談會議方式進行意見蒐集。我

[14] 相關詳細內容，請參見劉士豪 (2017)。

國勞動市場在面臨數創新趨勢，主要的挑戰影響有三大部分：人口趨勢變化、工作環境及條件改變、對工作及技能影響。分述如下：

一、 人口高齡少子女化之影響

人口高齡少子女化除造成未來勞動市場人力短缺，對未來醫療照護的人力需求亦有增加趨勢，未來產業發展因應其變化，會結合數位工具使用，運用大數據分析，搭配 AR/VR 科技，發展智慧醫療照護產業。未來針對智慧醫療產業發展，需要 AR/VR 結合醫療照護產業技術整合人才。

二、 全球化產業分工之影響

此外，未來我國產業發展市場不能僅限於國內，未來我國勞動者應具備國際移動能力，這將擁有最多工作選擇權。另外，如何瞭解文化的意涵，培養跨組織、個人的協調能力，在面臨國際化、全球化之趨勢下，擁有跨國團隊成員溝通方式及了解需求，亦為必需能力之一。

三、 對整體工作環境及條件改變與影響

工作環境及條件改變，包含勞動者價值觀改變、職業型態多元化、技能驗證基準發展更為重要等面向。請詳見下表 3- 11。

(一) 勞動者價值觀改變

數位創新趨勢帶動平台經濟興起，這樣趨勢變化間接帶動非典型工作及自由工作者的需求，不受限國界和時差，可以結合各國工作者透過網路隨時、隨地工作，完成工作任務。因此於工作技能上更強調彈性調整的能力與跨域溝通能力。

(二) 職業型態多元化

由於網際網路蓬勃發展，使勞動力與工作任務供需之間更具彈性模式，未來專業分工日益複雜，職業型態會相對多元，主要因應工作環境的變化，如專職及兼任工作型態的組合、轉職流動性增加(在不同職業、行業間的轉換勞動保障條件及身分、工作轉換頻率、員工流動日益頻繁)、學校與職場的界線模糊化(學習與工作並存)，勞力/腦力外包的群眾模式工作出現。

(三) 工作時間調整

包含工作時間縮短、無固定工時工作、工作與生活分界模糊、無

保障工作時數。隨著 AI 與機器人發展，現有工作時間的制度將產生重大變革，取而代之的是彈性化的工作時間。資訊技術的便利性可以讓就業者不必拘泥於上班時間工作，未來就業者需要更彈性的工作模式、工作時間來因應未來新的工作型態變化。針對未來工作時間變革，主要可分為幾點說明：

1. 工作時間將縮短

   據 Pew Research Center 2014 年發表研究報告指出，透過專家訪問模式，預期機器人/人工智慧助理將於 2025 年大量取代藍領/白領工作，這將使原有就業者的工作時間縮短，可能會增加產業人力轉職的流動性。

2. 隨時可以工作

   電腦、手機、平板及穿戴式裝置產品成熟，物聯網、雲端平台及通訊軟體的發達，就業者的工作環境不一定侷限於辦公室，工作人員並可將工作成果儲存、記錄與雲端平台，以利與主管、同事、他人共同工作，就業者可以更彈性的安排自己工作的時間，而非被制式化的時間及工作行程制約。

3. 無固定工時工作型態

   未來的工作型態於數位創新潮流影響下，將演變為「沒有固定上下班時間，也無固定工作場域」型態。這將使實際的工作時間難以定義，工作績效將走向成果論制度，在期限內必須繳交成果，工作的過程將不受重視。

4. 工作與生活的分界模糊：

   由於網路經濟的興起，帶動新型態工作的出現，在未來工作與生活的分界線將逐漸瓦解，如網路工作者的生活和工作是很難切割。

5. 無保障工作時數的傷害

   未來會有愈來愈多工作者選擇自主性高的外包工作，上網等待工作機會，成為自由工作者，沒有固定收入、工作福利、職涯發展等等，但針對這類型的工作現有的法律保障尚不完全備，所以會使自由工作者工作收入不穩定情況。

(四) 工作場所改變

物聯網、雲端計算平台與科技產品的發達，人們可以在任何時間、任何地點登入雲端平台進行資料存取，甚至可以利用雲端計算平台來分析數據，未來人們的工作地點也變得彈性化，辦公室或固定的辦公地點已經不是唯一的選擇。因此，新興科技發展不僅會改變組織的工作場所，而且連個人的工作場所也將會有所變化。這有助於員工節省大量時間，把時間用在更有效益的地方，也帶給員工彈性，讓他們可以依需求決定辦公地點，更有助於工作的安排。針對未來工作地點的改變有以下幾點可能發展面向：

1. 共用辦公室：公司會讓員工共用桌椅，個人座位不復存在，工作地點具備機動性，且有助於不同部門員工間的交流，讓員工熟悉不同部門業務、消除部門之間的隔閡。
2. 遠距工作的數位辦公室：數位辦公室能依個人的需求/節奏進行辦公狀況的調整，提供彈性給員工，以利員工能夠將最好的創造力用於工作。
3. 便利的溝通平台：員工可以選擇隨身移動通訊裝置，利用通訊軟體進行工作間的交流與合作，且平台上的工作成果需被有效的保護，以避免資料在雲端存取時被盜取或避免平台被入侵。

(五) 薪資結構改變

隨著 AI 與智慧機器人的發展，在工作時間的變化及工作地點亦變得更有彈性的情況下，員工將不僅僅從事單純的一份工作，反而可以會朝向兼職或承接多元型態的工作，員工可能會有受雇於多個雇主的情況，因此員工和雇主都需要更靈活的薪酬結構。此外，隨著數位化科技的發展，企業對低階與高階職位的要求增加，而中階職位的人工作將變少，中階職位員工的工作技能又不足以取代高階職位員工，但又有可能被低階職位員工所取代，可能使薪資結構更加 M 型化。

(六) 技能驗證基準發展

未來為了因應工作環境及條件的變化，技能證照職能基準發展更為重要，包含職業訓練內涵調整方向、教育制度的改革、高等教育供給調整、新型態數位人力媒合保障及個人技能認證基準。在工作技能培養方面，則以終生學習、具備工作高度彈性調整能力為重，且對於跨領域人才及資源整合人才的需求會有所增加。

表 3- 11　我國勞動市場未來工作環境及條件變化分析

重大變革	潛在未來影響
1. 勞動者價值觀改變	• 非典工作者和自由工作者增加
2. 職業型態多元	• 專業分工日益複雜 • 專職及兼任工作型態的組合 • 針對不同職業/行業間的勞動保障條件及身分轉換 • 學校與職場的界線模糊化(學習與工作並存) • 工作轉換/媒合機率提高、員工流動日益頻繁 • 勞力/腦力外包的群眾模式工作出現
3. 工作時間調整	• 工作時間將縮短 • 無固定工時工作型態 • 工作與生活的分界模糊
4. 工作場所改變	• 共用辦公室 • 遠距工作型態 • 便利溝通平台之必須與資安設計的重要性
5. 薪資結構改變	• 貧富差距擴大造成世代衝突與階層對立
6. 技能驗證基準發展	• 職業訓練內涵調整方向 • 教育制度的改革、高等教育供給失衡 • 新型態數位人力媒合保障及個人技能認證基準

資料來源：本研究彙整

四、 對我國跨產業工作及技能需求分析

針對我國未來跨產業工作及技能需求分析，本研究主要是針對我國未來產業發展需求，針對特定的人才類型及技能需求類型不僅僅存在於單一產業，而是未來每一個產業類別都會有所需求。因此，本部份研究內容主要針對我國未來在跨產業工作及技能需求整體性影響進行說明，至於各業別的未來工作及技能需求分析請詳見第四至九章節內容。在研究內涵上，本研究主要彙整國際上相關文獻研究，並結合我國未來產業發展需求，提出我國未來跨產業的工作及技能需求分析。

(一) 我國跨產業工作需求分析

針對我國未來跨產業工作需求分析，請詳見下表 3- 12。未來在數位科技趨勢發展下，各業針對 IT 資訊及資訊安全相關工作類型需求會有所增加，我國過去擁有資通訊產業發展基礎，應加速提升相關人才培育，並針對 AI 語意分析、資料探索工作等方面進行技能提升輔導。另外，我國產業生產鏈主要是中間財出口型態，對於消費市場

變化相對陌生，如今面臨少量多樣化生產、客製化消費需求變化，不論是生產出口市場或是國內消費市場皆需要資料數據分析、數位行銷策略規劃人才，來進一步連結生產與消費的距離，已期更能貼近最終端消費需求。最後，為能因應未來軟硬整合產業發展趨勢，針對科技跨域以及資源整合的工作需求會相對提高，透過跨域整合的加值，才能真正有效發揮數位創新趨勢下的新產業價值。

針對上述所提及工作類型或是相關人才需求，由於現今國際人才移動速度相當頻繁，因此未來我國相對跨產業人才需求來源，除了可透過國內教育體系或是職訓單位來進行培養，亦或可思考引進或招攬國際高階人才，或是跨地域運用的可能性。

表 3- 12　我國未來跨產業工作需求與內涵

跨產業工作類型	工作技能
IT 資訊/資訊安全	程式設計、AI 人工智慧語意分析、行為預測、資料探索、資訊安全等
資料數據分析	產業基本知識、市場調查與產業分析能力、新市場開發可行性評估能力、成本/風險分析能力及相關法規知識
數位行銷策略規劃	產業基本知識、行銷策略規劃能力、產業資訊彙集/整合能力、創新能力、溝通能力
科技跨域/資源整合	產業基本知識與技術、不同領域知識資源整合能力、團隊溝通及協調，能力、創造性策略思維解決問題能力、整合企業資源發展創新產品服務能力

資料來源：本研究彙整

(二) 我國跨產業技能需求分析

透過上述國際數位技能盤點，針對數位技能需求主要強調軟技能的重要性、跨領域、軟硬整合之重要性。尤其針對高專業性工作未來跨領域產業發展，更強調人際溝通、解決問題之軟技能需求會增加。

針對我國未來產業發展方向與國內勞動市場狀況，本研究綜合評估彙整出未來我國面臨數位創新趨勢下，各產業領域人才皆需求的技能類型，一共有 6 大類，分別為溝通能力、創造力、問題解決能力、國際移動/語言能力、技術能力、資訊使用技能等，皆分屬於軟技能與硬技能兩大類型，請詳見下表 3- 13。

首先，於數位科技趨勢快速變化下，對就業者資訊使用能力需求會明顯提升，尤其針對第一線現場工作人員。再者，機器人取代人力趨勢下，各產業技術能力會隨產業發展類別/階段需求而有所不同且

強調產業 domain knowledge 專業技能重要性，現有專業性工作對於溝通能力與問題解決能力需求增加。另外，產業跨域整合經營模式下，就業者的軟技能(Soft Skill)與跨領域技能(Interdisciplinary Skill)的重要性增加，尤對軟硬整合、資源系統整合人才需求增加。

表 3- 13　我國未來跨產業技能需求與內涵

技能類型	技能分類	技能內涵
溝通能力	軟技能(Soft Skill)、 跨領域技能(Interdisciplinary Skill)	建立/維繫人際關係、發揮團隊合作能力、解決衝突及與他人談判能力、對外溝通能力：與組織外的人溝通、對內溝通能力：與上司、同事或下屬溝通(激勵指導、協調、傳遞訊息、提供建議、幫忙)
創造力		針對特定情況/產品思考創造可能性
問題解決能力		提出複雜/實際問題解決方案能力
國際移動/語言能力		國際工作環境與文化型態適應能力 國際語言能力
技術能力	硬技能(Hard Skill)	針對機械設備維修、產品服務評估所需技能(各行業所需會有所不同)
資訊使用技能		利用數位技術、工具/網絡來進行資訊/數據評估及分析(各行業所需要的程度與面向會有所不同)

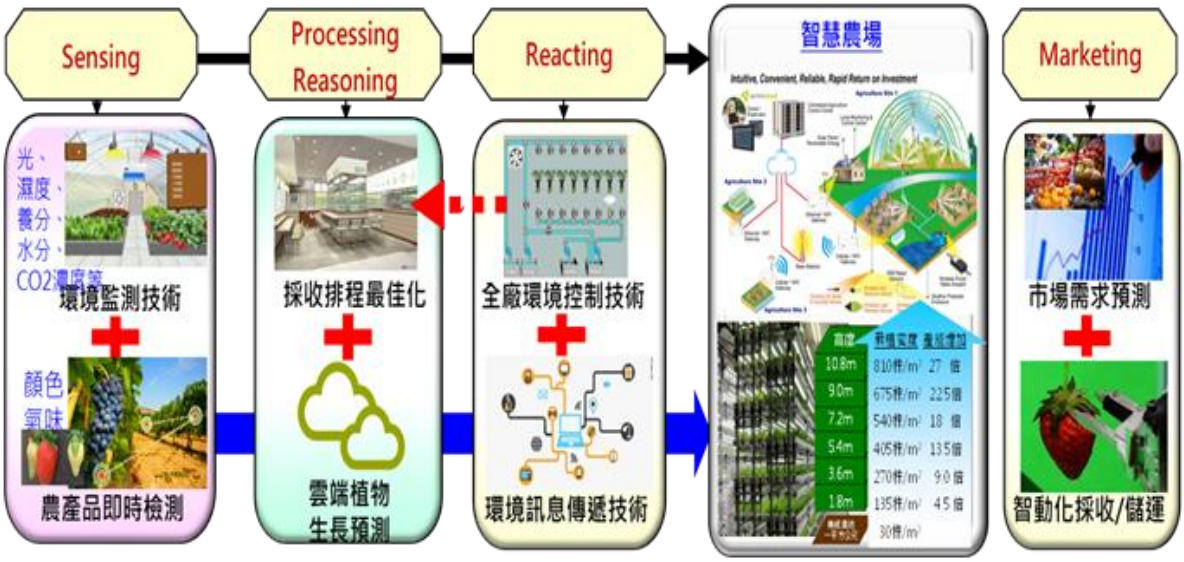
資料來源：本研究彙整

第四章 我國智慧農業未來工作及技能需求分析

第一節 數位科技趨勢下智慧農業創新發展模式

一、數位科技應用智慧農業發展趨勢

近年隨數位科技的發展，農漁牧業的各種創新經營模式與管理技術等農業相關應用日新月異。針對未來數位科技應用智慧農業發展型態(如圖 4- 1)，未來智慧農場模式主要透過環境監測技術、採收排程最佳化技術、及全環境控制技術的科技應用，將動植物的生長環境及過程控制在最佳狀態，以達成生長最適化、病蟲害控制目標；此外，針對生產後端行銷與儲運部份，透過配合自動化採收及冷鏈運儲系統，可達到可溯源農產品、可控制產量、可確保提供下游市場優質農產品的最終目標。除此之外，還可透過市場終端需求與智慧農場的連網，達到農產品生產預測功能，以降低因產銷時間落差所導致農產品市場價格過度波動的問題。



資料來源：Accenture

圖 4- 1　數位科技農業發展新形態

在氣候變遷趨勢所致極端氣候日趨嚴重的困境下，我國為糧食淨進口國，糧食自給率相對偏低，糧食供應短缺及糧價上升影響無可避免，再加上近年來我國農村人口老化及少子化的影響，從事農業人力大幅短缺，農業生產力受到相當衝擊，且考量我國自然環境限制，農業生產成本偏高，較難與國際競爭，未來農場高度自動化所能達到勞

動力節省與產業轉型的效果，對於農村人口老化問題的緩解，具備非常重要的意義。

展望未來，農業生產隨著各項感測器的發明，搭配電腦運算與統計能協助農民進行科學化的管理，不僅僅單靠傳統經驗傳承進行，以即時瞭解農業環境變化與實施相關改善方法，維持良好的產品品質。數位科技應用下的智慧農業趨勢，對於我國以小型自耕農為主的農業生態來說，自動化的感測器技術會加強氣候與土地等各種數據的蒐集，透過物聯網技術與應用程式開發，幫助相關農產業了解如何量化與精確化培養條件，就能降低農業生產技術門檻，提高高度精準作物控制、減少廢棄物進而降低成本，提升我國農業生產力。

針對影響智慧農業未來發展的重要趨勢面向與影響，詳述如下：

(一) 衛星圖像分析

將深度學習技術應用於未來農業圖像識別及遙感影像分析，是重要發展趨勢之一。地理空間數據可提供全球作物分佈模式的資訊及天氣變化對農業的影響，透過地理資訊系統中遙測影像的處理(如機器學習和電腦程式演算法)，用來統計作物的種植面積和綠化情況的資訊。衛星影像的分析關鍵是將圖像上帶有不同形狀、大小、幾何結構的目標進行分類，並從數百萬個衛星圖像中擷取有意義資訊，如一張遙感影像上可能包含水、土壤、植被、建築等目標要素，每一類目標還可以進行細分(如土壤可細分成沙土、黏土等不同性質)。舉例而言，像是使用與衛星系統相關的 AI 機器學習演算法來進行天氣預報和農作物永續性並評估農場是否存在病蟲害。或者，分析衛星和無人機拍攝的圖像所產生的農業數據，以準確告知農民需要施肥的位置並控制肥料使用量。另衛星影像的圖像識別可透過深度學習技術來實現自動識別，藉以節省人力和物力。

(二) 現場監測

智慧農業基於物聯網技術，通過各種無線感測器採集農業生產現場的光照、溫度、濕度等多種參數及農產品生長狀況以遠程監控生產環境，進一步針對多個領域的生產管理，調配耕作及畜養方式，減少農業從業人員勞動成本。在應用領域來說，我國農地污染主要來自於灌溉用水受到工廠廢水的污染，而廢水污染具備時間的不確定性及環

境條件之隱密性，現有政府機關監管業務相對困難，未來可利用無人機輔以運用電腦視覺和深度學習演算法紀錄相關數據蒐集資訊以監測農作物和土壤健康，以能維護灌溉用水品質安全並有效監測灌溉水質功能。

(三) 評估作物和土壤溫度調節

農業生產過程中溫度、濕度、光照、雨量、土壤水份等因素，對作物生長狀況與產品品質皆有關鍵性的影響。近年精緻農業智慧化趨勢下，環境監測應用於農業作物種植，建立智慧種植與養殖系統，使用機器學習預測各種微生物對植物健康的影響和可能對植物有害的病原體的遺傳突變，精確控制栽種環境，改進生產作業程序，掌握更有效的生長關鍵，降低人為疏失，提高作物產量水準。

(四) 農業機器人

科技趨勢對農業發展透過精密農業技術導入，利用農業機器人提升農民照顧作物效率，一方可以增強農業整體生產能力，亦可增進經濟效益、減少浪費與對環境的衝擊。視覺辨識與機器人技術正影響農業的自動化改革，連帶會大幅度改變農民種植習慣。目前農業機器人開發是現今智慧農業重要發展項目，儘管機器人短期似乎不會完全取代人類在農業角色，但仍會造成一定程度的影響。未來透過開發和設計自動化機器人及程式，處理基本的農業任務，或透過機器人自動化或人機協作方式執行自動化系統設備以解決農業勞動力短缺問題，將以更有效率模式進行收成農作物，還可蒐集整合大量數據，以幫助農民進行資訊蒐集歸納。

(五) 預測分析

針對農業預測分析，主要發展在於以天候模擬為基礎，透過紅外線影像偵測作物生物特徵(如作物根部與土壤釋放的微量元素)，結合地理資訊管理系統，將系統資訊整、合併開發機器學習模型，演算出一套預估數據，透過手機 APP 程式傳遞給農民，以提供精準的施肥時機、降雨與氣溫預報、土壤成份與作物生長情況變化，藉以追蹤和預測農作物產量的各種環境影響，掌握作物的收成狀況。

透過分析上述農業應用發展趨勢，未來農業機器人與感測器發展針對評估作物與土壤溫度調節工作會有大量節省人力效果。至於在衛

星圖像分析部份，主要是搭配遙測影像科技的技術，進行農業栽種工作。未來農業科技持續發展下，透過感測器、人工智慧、大數據分析綜效發酵，可以追蹤與預測農作物產量分析。

二、智慧農業國際發展案例

在新農業時代，農民必須懂得善用大數據、物聯網、人工智慧等新科技，提高農地的單位生產效率，並且利用科技發展出更具有高附加價值的產品，同時達到保護環境，發展多元生態，以及帶動觀光產業的全方位發展。綜觀國際農業發展相當多元，大農國家與小型農業經營國家在進行智慧農業的方法與解決問題亦有差異，本研究針對英國、法國、日本、韓國、德國、泰國、越南等國的智慧農業發展狀況進行分析。

(一) 英國智慧農業發展

近年由於氣候異常變化和全球農業生產競爭提升，為因應整體環境變化挑戰，英國環境食品和農村事務部(Defra)認為英國農業未來發展方向需朝向精準農業邁進，結合數位技術、傳感技術和空間地理技術，以能精準地進行種植和養殖作業；此外，需要提升農業生產部門和消費市場需求的對接管道，擴展市場規模與滿足消費者需求。

為能達到上述目標，英國農業發展需要強大的數據搜集和分析處理平台，將蒐集整合英國農業大量數據資訊進行科學分析，藉以推動農業的發展。英國政府於 2013 年啟動「農業技術戰略」計畫，透過建立以「農業資訊技術和可持續發展指標中心」為基礎的一系列農業創新中心，高度重視利用大數據和資訊技術提升農業生產效率。

英國環境食品和農村事務部(Defra)與英國商業創新和技能部(BIS)兩大部門透過產學研合作模式，與英國相關學術機構和農業生產、技術企業共同建立「英國農業技術領導委員會」，主要負責整體戰略的實施，針對主要成員任務分工，洛桑研究中心將為英國農業資訊技術提供建模和統計服務，雷丁大學提供數據科學服務，全國農業植物學會和蘇格蘭農業學院則提供農業技術資料交流工作。

(二) 日本智慧農業發展

日本高齡化趨勢下，未來面臨勞動力嚴重不足，為了解決上述問題，日本機器人新戰略在農林漁與食品產業擬定以下三大重點[15]，第一，拖拉機等農業機械藉由運用 GPS 自動行駛系統，進行自動化作業，以實現大規模、低成本生產；其次，藉由運用輔助器具或除草機器人，讓高度依賴人力的重勞動工作轉為機械化、自動化；最後，透過高度環境控制系統及受損果實判別機器人等的普及與大數據解析，實現省力、高品質生產目標。由此，日本農林漁與食品產業 2020 年機器人應用目標主要包含兩點；其一，農地配備自動行駛拖拉機；其二，導入 20 種以上機器人機種於農林水產業和食品產業領域，以有助於有效率的生產作業。

(三) 法國智慧農業發展

法國是歐盟最大的農業生產國，也是世界第二大農業食品出口國。法國自然氣候條件優越，適宜多種農作物生長，法國農業經營模式主要為中小農場，有超過八成的農場耕作面積在 80 公頃以下。法國農漁部規劃 「2020 年土地利用目標計畫」，針對未來農業發展模式提供整體性架構與規劃，在 2020 計畫中，希冀能重新創造一個不但具有經濟效益亦符合生態效益的農業，以達到永續農業目標。依據上述農業政策與目標，大力推廣農業機械化，憑藉發達的工業基礎，積極研製和生產各類農機具，以促進農業機械化、自動化進程。目前，法國農民使用的農業機械品種齊全，自動化程度高，提高農業生產效率。2020 年土地利用目標計畫主要發展方向如下：

1. 減少植物保護產品(農藥)的使用
2. 鼓勵所有農夫進行永續發展
3. 發展有機耕作
4. 讓農藝學再次成為農業的重心
5. 設計符合每一地區特殊需求的農耕方式

(四) 德國智慧農業發展

單就農業生產自動化程度而言，德國是世界上農業自動化程度最高的國家之一。目前德國正積極致力於數位農業發展，以工程技術進行跨域整合，讓農業邁向新的發展領域，這需要高效且可持續農業新

[15] 關於日本機器人新戰略內容，可參酌王宣智 (2015)一文。

技術，透過大數據和雲端技術的應用，將天氣、土壤、降水、溫度、地理位置等數據上傳到雲端，在雲端平台上進行數據處理，將處理好的資訊發送到智慧化大型農業機械，由農民指揮進行後續決策工作。

德國在開發農業技術上投入大量資金，據德國機械和設備製造聯合會統計，德國 2014 年在農業技術已投入為 54 億歐元。德國農業機械製造商科樂蒐集團(CLAAS)與德國電信展開合作，憑藉「工業 4.0」技術實現農業作物收割的自動化程序，主要利用傳感器技術加強機器之間的交流，使用雲端技術保障數據安全，透過大數據技術進行數據分析。舉例而言，雜草管理往往是讓有機農業發展受阻的主因之一，摒棄成本低廉的化學除草劑，有機耕作法只能以高成本的人力替代田間除草工作。為了發展永續農業，減少除草劑用量是德國農業重要的研究目標，為了能兼顧減少除草劑使用與提高田間管理效率，德國波昂大學研發雷射光的除草系統，結合電腦影像分析技術與農業機械的的雷射除草機器人[16]，藉由高能量的雷射光，照射在雜草莖桿，切斷雜草生長，以達到除草目的。

(五) 韓國智慧農業發展

韓國為小農形態農村，近年「六級產業化」是韓國農業積極發展的重點方向。韓國農業食品與鄉村事務部(MAFRA)提出 3 個核心工作與 5 項行動方案[17]，主要目標包括提升韓國農業與農村因應外來衝擊的能力、創造更多就業機會、提高新的附加價值；提升全球競爭力，扶植韓國農業為外銷產業，推動專業農經營規模擴大與現代化規模；透過快樂農村(Happy Village)計畫，支援貧苦年老農民與鼓勵農民回鄉。依據體質健全的農業基礎，再加上整合其他產業資源的六級產業化策略，融合二級、三級產業與一級產業，進而規劃農業成為具備核心競爭力的六級型產業，藉以提升農業人力素質與能力，強化韓國農業競爭力並擴大出口。至於 5 項行動方案與相關措施說明如下：

推動農業轉型為 6 級產業，創造好的就業機會，提高附加價值與提振地方經濟。

[16] 除草機器人具有照相辨識系統，能精準辨認田間草的種類，且經過電腦運算後，搭配雷射裝置，被雷射光照射過的植株，莖桿變得脆弱導致生長受阻，以雷射光砍斷雜草。

[17] 關於韓國農業政策詳細內容，請詳見 Jeong-Bin Im 和黃有才(2015)一文。

1. 透過資通訊技術結合行銷與活用共同運銷來提升農產品競爭力
2. 強化高農與農業院校人才培育制度，藉以培育農業精英勞動力
3. 利用 FTA 拓展農產食品外銷
4. 建立快樂農村計畫改善住民居住環境與強化照顧貧苦老農生活的設施

(六) 泰國智慧農業發展

2016 年 8 月泰國宣布推動「泰國 4.0」政策，從泰國 1.0 的農業、泰國 2.0 的輕工業、泰國 3.0 的重工業，轉型到泰國 4.0 的智慧產業，泰國 4.0 象徵泰國第四波的工業轉型。在泰國 4.0 規劃之下，預期未來 20 年藉由科學技術及創新研究開發等方式以強化泰國經濟發展體質。「泰國 4.0」政策主要發展業別有兩大部分：第一，提升泰國現有 5 項既有產業，如新一代汽車、智慧電子、精緻農業、高附加價值觀光、及新一代食品；此外，在既有產業基礎上，進一步發展 5 項未來產業，如自動機械及產業用機器人、數位經濟、生質燃料及生物化學、醫療照護、及航空與物流等。

針對智慧農業發展，泰國政府計劃提供 3,650 萬泰銖(約 100 萬美元)經費，在清邁市推動智慧城市，其中創新農業發展將由有機水稻種植業者、無毒蔬菜種植業者、香蕉種植業者、和農業創新集團共同推動，透過導入物聯網的技術，設置各式感測元件(如水質、土壤/空氣濕度、溫度、日照等)，蒐集即時環境資訊用來控制農場的相對應元件(如燈光、灑水系統、病蟲害防治等)。

第二節 我國智慧農業發展面臨的挑戰與未來發展

一、智慧農業定義範疇與產業發展面臨的挑戰

(一) 產業定義與範疇

本研究考量並非所有農業範疇皆需導入數位技術，主要聚焦新興科技導入智慧農業所形塑未來工作機會變化，因此根據數位科技趨勢下智慧農業創新發展模式，首先界定智慧農業的產業定義範疇進而推演未來智慧農業可能涉及的工作內涵及技能需求。

我國農民家戶多為個體經營型態，數位設備研發投入與跨領域數位知識的學習能力有限，由專業農事服務公司提供農地現場實際經營的個體農戶各項數位化專業設備及軟體，再配合農漁牧生技專家負責提供農地現場即時數據的解讀及分析，提供農戶在現場各項栽培養殖實作的施作建議，將是考量我國農業經營環境下智慧農業運作可行性較高的選項。

由數位科技趨勢下智慧農業創新發展分析可知，智慧農業各項新興服務，如環境監測技術、採收排程最佳化技術、及全環境控制技術的科技應用等，都是未來重要發展趨勢。智慧農業主要技術領域在於透過新興數位科技與大數據分析，讓農民隨時掌握消費市場需求，藉以降低農產品因產銷時間落差所導致價格波動過大的問題。另外，新科技搭配農產品初級加工處理及冷鏈物流，將使得農業相關生鮮產品的保鮮期大幅度延長，並大幅提高農業相關產品的市場價值，對於提升國內農業相關經營戶的收入有很高的效益。因此，透過新科技的協助降低國內農產品產銷資訊的落差，以及透過農業相關生鮮產品的加工技術及冷鏈物流技術，以及行銷能力的提升，增加我國農業相關生鮮產品的海內外市場價值及行銷，也是我國智慧農業未來重點發展方向。

(二) 未來產業發展的挑戰

我國農業未來朝向升級轉型時所遭遇的挑戰，與人、土地、產業三大主軸息息相關。我國農業屬於小農經濟的產業結構，不僅農場經營規模偏小，也面臨農民高齡化與專業農戶比例偏低等發展困境。其中，以人的因素而言，主要面臨農業人力老化及農業經營缺工問題。近年來亞洲小農國家正面臨農業人力急速老化的問題，我國也不例外。我國農業人口老化主要來自於農戶家庭人口數逐年下降；從事農業經營管理者愈趨高齡，且農牧戶/家庭農場經營者老化現象尤為明顯。另在土地方面，我國對外面臨糧食安全危機與自然資源枯竭之總體環境問題所造成糧食產量的減少、國際糧食需求的增加、糧食安全等因素，對內我國耕地面積細碎化，無法發揮規模經濟效果。最後，在產業發展部份，氣候劇烈變遷不僅導致缺量的危機，作物的病蟲害與農藥問題同樣危及食安。現今國際上農業發展朝向貿易自由化、糧

食安全、食品安全議題的重要性不言而喻。綜而言之，我國農業未來發展挑戰主要在於季節性缺工、農業人力老化、農業安全等問題。

二、我國智慧農業政策推動規劃與未來發展方向

(一) 主要政策推動方向與內涵

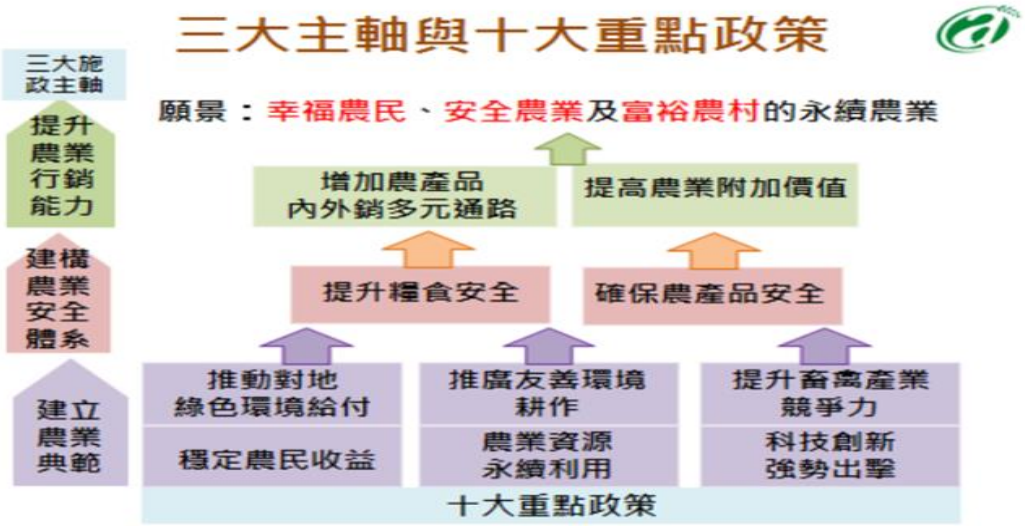
我國農業近年面臨內外衝擊，因應人口結構改變、耕地面積細碎化、貿易自由化，及氣候變遷加劇影響下，推動新世代農業發展，以打造幸福農民、安全農業、富裕農村的永續農業為願景，主要透過建立農業新典範、建構農業安全體系及提升農業行銷能力等三大主軸與推動十大重點政策，運用科技創新，提高農業附加價值，以確保農民福利和收益。此外，兼顧資源循環利用及生態環境永續的前提下，藉以推動農業轉型發展，建立新農業生態。

新農業範疇除生產外，主要發展為兼顧生產、生活、生態之三生農業，其內涵包括傳統生產糧食的初級產業，農產加工的二級產業，以及運銷、休閒、文化體驗等服務性的三級產業；此外，也涵蓋循環農業、智慧農業、農產品創新加值的六級化產業。

針對新農業政策主要推動方向(請見圖 4- 2)，包含提升農業行銷能力、建構農業安全體系，以及建立農業典範等三大主軸與十大重點政策。在提升農業行銷能力方面，重點政策在增加農產品內外銷多元通路以及提高農業附加價值。在建構農業安全體系方面，主要的重點政策為提升糧食安全與確保農產品安全。在建立農業新典範方面，主要的重點政策為推動對地綠色環境給付、推廣友善環境耕作、提升畜禽產業競爭力、穩定農民收益、農業資源永續利用、以及科技創新強勢出擊。因此，在農業科技發展應用層面，現今政策規劃主要有以下三大方向：

1. 導入前瞻技術，鏈結耐逆境育種、防(減)災技術與設施設備，建構模組化整合系統，提升農業生產體系抗逆境能力。
2. 強化省工、節能之自動/智慧化機械設備研發及應用，提升農業經營效能。並建立農產品產銷供需大數據資料庫，穩定優質農產品產銷能力。

3. 發展創新節能循環農業，提高資源再利用價值，開創農業永續經營模式。



資料來源：行政院，新農業創新推動方案

圖 4- 2　我國新農業政策發展推動方向

另外，針對農產品創新加值的六級化產業中智慧農業部份政策方向，目前農委會推動「智慧農業 4.0」計畫，定位為智慧生產及數位服務，透過以智農聯盟推動智慧農業生產技術開發與應用、建置農業生產力知識及服務支援體系，整合資通訊技術打造多元化數位農業便捷服務及價值鏈整合應用模式及以人性化互動科技開創生產者與消費者溝通新模式等策略，將農業從生產、行銷到後端消費市場系統化。

此外，藉由感測、智慧裝置、物聯網及大數據資料分析的導入，將知識數位化、生產智動化、產品優質化、操作便利化及溯源雲端化，建構智農產銷及數位服務體系。這種智能生產及智慧化管理，可突破國內小農單打獨鬥的困境，提升農業整體生產效率；另藉由大數據資訊解析產銷供需，建構全方位農業消費與服務平台，提高消費者對農產品安全的信賴感；此外，也透過策略性的行銷及商務模式輔導及推動產業國際化，將我國特有的智慧農業國產化技術及服務，建立國際品牌能見度，領航農業技術整廠輸出，將優質農產品推向全球。

針對未來新科技應用於我國農業發展，考量我國現今農業基礎發展，我國智慧農業十大重點領域的發展情境(請詳見表 4- 1)。其中，屬於環境控制農業的部分為菇類、蝴蝶蘭、生乳等，屬於自然農業的

部分為種苗、家禽、養殖漁業、稻作、海洋漁業等。而農業設施及溯源農產品則是屬於基礎服務及產銷體系的運用範疇。

首先在環控農業方面，未來主要的技術導入項目為生產監控智慧化及人機協作自動化 (接種、採收、換盆、擠乳機械)、環控農場資訊與 IoT 整合系統建構。在自然農業部分，主要的技術導入項目為自動化移植機械、生產策劃排程聯網系統、農場加工作業智慧機械應用、遠端聯網環控系統、智能投餌/增氧設備、智能節電省水控制設備、病原病毒感測及預警、農漁畜產品動態履歷追溯、漁獲即時回報與漁獲 RFID 感測系統、自動化漁撈作業系統、以及海況環境與漁船作業大數據資料分析。在農業設施服務的科技導入項目方面，主要為省工搬運裝置、病蟲害自動辨識與預警裝置、小農生產場域共通平台。在產銷供應鏈方面，主要的科技導入項目為全自動包裝作業、產業推估及預測管理系統、生產資訊即時回饋系統。

表 4- 1　我國智慧農業重點發展領域

類別	發展技術現況	導入項目	未來發展
菇類	菌種、栽培、採收、行銷智能化有限	1. 菌種培養智慧控制模組與接種機械 2. 智慧環控 S2M 栽培系統 3. 即時彈性配銷系統模組	智農聯盟打造菇類智慧供應鏈
蝴蝶蘭	栽培技術成熟，依重人工作業	1. 人機協同換盆機具 2. 動態邏輯控制系統 3. 結合場域資訊與 IoT 整合系統	人機協同自動化、生產監控智慧化、產銷支援數位化
農業設施	操作缺系統化，產銷仍欠效益	1. 省工搬運裝置 2. 病蟲害自動辨識與預警 3. 智農聯盟生產場域共通平台	模組化設計系統，參數化產銷平台
種苗	產程勞力密集及供需整合度低	1. 自動化移植機械 2. 環控聯網 3. 計畫生產策劃排程聯網	整合物聯智能技術強化育苗產業
家禽(水禽)	產業鏈之智慧化程度有限	1. 加工作業智慧機械應用 2. 遠端聯網環控 3. 動態履歷追溯	導入物聯網，鏈結監控養殖屠宰與行銷
養殖漁業	生產管理及防疫待轉型	1. 智能投餌、增氧設備 2. 智能節電省水控制器 3. 病原病毒感測與預警	整合物聯智能技術強化水產養殖產業

類別	發展技術現況	導入項目	未來發展
稻作	操作缺系統化，產銷仍欠效益	1. 智能直播機具 2. 直播稻栽培管理系統	模組化設計系統，參數化產銷平台
溯源農產品	生產管理不易，產銷效益不足	1. 全自動包裝作業 2. 產量推估預測管理 3. 生產資訊即時回饋	智農集團栽培，健全產銷平台
生乳	擠牛乳人力需求高	1. 全天候智慧型擠牛乳機器人 2. 整合式自動牛群擠乳分群 3. 牛體生理體能感測與乳質即時分析技術	全天候智慧型擠牛乳機器人
海洋漁產	經驗作業溯源有限	1. 漁獲即時回報與漁獲 RFID 感測 2. 自動化漁撈作業系統 3. 漁海環境與漁船作業大數據資料分析	智慧捕撈履歷透明

資料來源：行政院農業委員會，智慧農業 4.0，本研究彙整

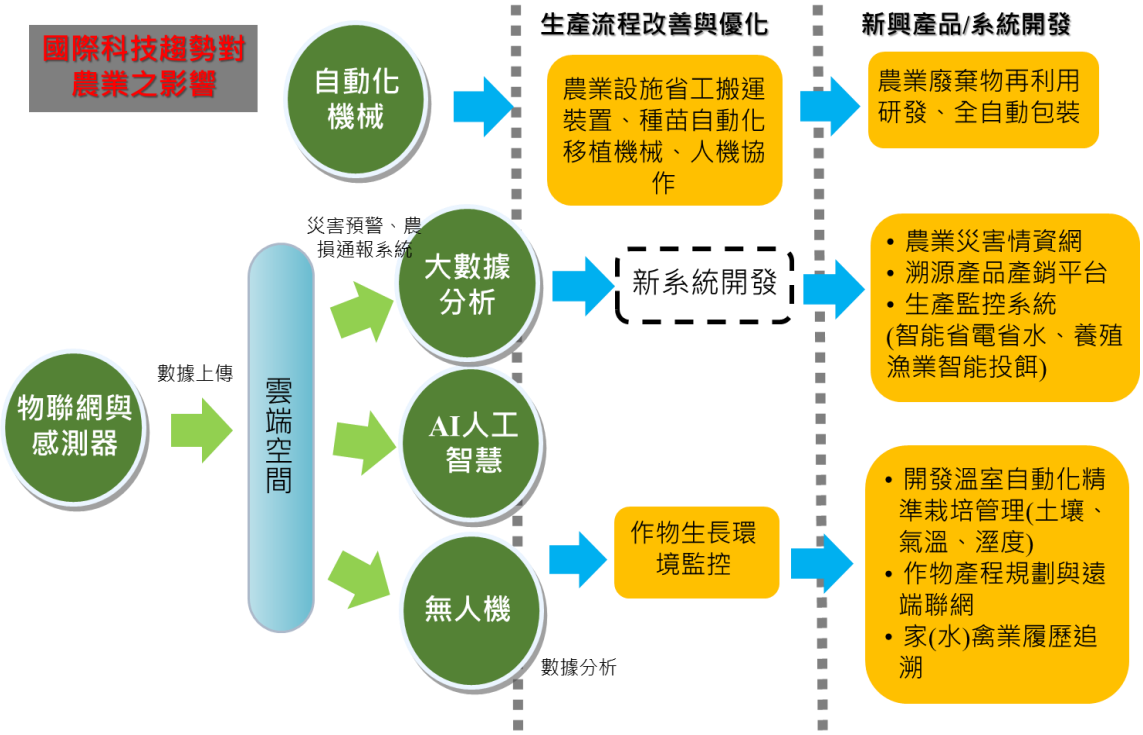
(二) 未來科技應用推動發展方向

針對我國農業政策發展方向及未來國際新科技發展趨勢對農業的影響分析(請見圖 4- 3)，主要對於農業重要的科技趨勢包含自動化機械節省人力、結合物聯網/感測器、大數據分析、AI 與雲端，進行數據蒐集與分析，並運用無人機進行作物生長環境監控等。

在影響層面主要可區分為生產流程之改善及優化以及新產品/產銷系統的開發兩方面。其中，在生產流程的改善及優化部分，首先透過自動化機械的協助，達到農業設施省工搬運、種苗自動化移植或自動擠奶機器人等人機協作，以減少農漁牧作業現場的勞動力負擔，降低生產成本並提高效率。其次在作物及養殖魚類、禽畜的生長環境監控方面，透過物聯網及感測器在養殖現場及果園田間的布建及無人機的使用，可以將各項監測數據上傳雲端，並透過大數據分析，甚至 AI 人工智慧，配合農業生技專家的解讀及分析，達到農漁畜產品生長環境最優化的目標。

其次，在新興產品及系統開發部分，首先透過自動機械化達到農業廢棄物再利用及農漁畜產品分類及初級包裝自動化，提高生產效率並降低勞動力使用密度。另外，透過物聯網及感測器的使用及大數據的蒐集，可建立產銷供應鏈的數位化/智慧化，可以建立農業災害情

資網、溯源產品產銷平台、生產監控系統、溫室自動化精準栽培管理系統、作物生產流程最優化系統。



資料來源：本研究彙整

圖 4- 3　我國農業未來面對科技趨勢之影響層面

第三節　我國農業現今工作及技能需求分析

針對我國農業現今工作及技能需求分析，本研究主要聚焦現今我國農業職能基準開發作業，主要是依據產業需求，優先進行相關職能之開發之盤點工作。依據目前勞動部職能基準表針對農業現今相關職能基準及工作職能內容[18]，彙整出表 4- 2。由表中現今的職能基準項目整理可以發現，目前我國勞動部針對職能基準的規劃，考量不同作物相關職能需求差異性，主要針對個別產品項目進行職能基準需求規劃，例如果園經營管理特別強調葡萄作物，而花卉則強調蘭花高產值作物，休閒農場經營跨足住宿、餐飲、休閒、育樂性質。而在產銷服務的職能規劃上，農委會調查並詢問相關工會後，以冷凍水產國際市場行銷人才需求最多，未來可針對其他農牧產品的國內外行銷物流職能進行規劃。

[18] 考量職能基準內容會持續更新，本研究盤點各業職能基準內容為 2018 年 3 月版本。

表 4-2　我國農業現今職能基準需求盤點

職能基準名稱	工作內容	職能需求
動物疫苗製程開發研究人員	負責將產品或技術之實驗室規模與製程轉換為工業可生產之製程，解決品質、製程之問題，並且合理及有效控制時間、成本、安全、穩定性等製程因素，制訂標準化製程，並持續進行製程優化循環等相關工作	產業資訊蒐集能力、無菌操作、生物反應器操作、分析化學儀器操作、微生物管控、免疫化學技術、動物實驗技術能力
植物保護與安全用藥人員	能有效運用病蟲草害防治技術及農藥安全使用技術，進行作物整合管理於農業上	作物病蟲草害辨識、作物病蟲草害防治技巧、農田雜草辨識技巧、資訊科技能力、農藥有效運用技術、害物整合管理之應用技術、農藥調配技術
環境檢測服務人員	應用各種物理性、化學性或生物性檢測方法以執行環境標的物採樣、檢驗、測定之工作。	檢測數據合理性判斷能力、檢測數據報表之驗算能力、儀器維護保養及檢查校正能力
果園(葡萄園)經營管理專員	負責農場經營規劃，擬定產銷計畫，督導推動執行，並診斷分析經營效益，達成經營目標。	網路應用能力、資料蒐集及分析能力、盤點栽培管理作業流程、調查農場病蟲害發生與防治適期能力
花卉(蘭花)生產管理人員	依花卉生產流程及運用栽培技術，訂定與管理生產計畫，提升產品品質以滿足客戶需求。	栽培管理實務、生產排程規劃、蘭花種苗栽培技術、溫室設施與設備操作能力
休閒農場經營管理經理(跨住宿餐飲、娛樂休閒產業)	負責休閒農場經營管理、創新經營模式與建構品牌價值	休閒休憩觀光概論、環境規劃理論、休閒農場經營管理、設備維護管理、餐飲/住宿管理/人力資源管理
茶葉感官品評人員	依照品評標準流程完成茶葉評審準備作業後，再利用感官品評技術評鑑茶葉品質特點或依優劣進行分級品管，並處理品評過程中出現的問題或品質探討，進一步控管茶葉品質與精進改良技術，提升茶業經營與發展，並可傳授品評經驗，培訓與管理茶葉品評人員	茶葉貯存技術、茶葉取樣/編碼能力、茶葉秤樣及沖泡能力、茶葉感官品評技術、定速定量沖泡能力

職能基準名稱	工作內容	職能需求
冷凍水產國際市場經營人員	1. 國際市場評估與開發 2. 行銷策略擬定 3. 行銷計畫執行及顧客關係管理	產業資訊蒐集/分析能力、語言能力、風險評估能力、消費者需求/行為分析能力、目標市場生活型態趨勢分析

資料來源：勞動部勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台，本研究彙整

第四節 我國智慧農業未來工作及技能需求分析

一、新興工作類型及技能需求分析

本研究針對我國智慧農業未來新興工作類型分析，主要是衡量國際農業發展趨勢與我國農業發展狀況之前提下，綜合評估美國 O*NET 所發表 New Emerging List 中與農業相關的職業類別或美國未來 10 年農林漁牧業(職業代碼(2012 NAICS Code)為 110000)具明顯成長動能的職業類別，加以交叉對照我國職業標準分類尚無明確分類職業，進一步挑選出我國現今尚未明列職業類別但美國農業具有發展潛力的職業別，視為本研究智慧農業的新興工作類別。除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國智慧農業新興工作類型。整體分析內容分述如下：

(一) 挑選美國未來農業新興及具成長動能職業類別

由美國 O*NET 發表 New Emerging List 中明列農業相關職業類別包含精準農業技術人員(Precision Agriculture Technicians)、及遙感科學家和技術人員(Remote Sensing Scientists and Technologists)等。另挑選美國農業未來 10 年具成長動能的職業代碼與名稱包含 45-2092 農業工人(針對作物、苗圃和溫室)、45-1011 農林漁牧業主管、49-9071 一般維修人員、53-7051 工業卡車和拖拉機操作員、13-2011 會計師和審計師、11-1021 營運經理、47-2073 操作工程師和其他施工設備操作員、49-3031 巴士和卡車技工等。

(二) 評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照

由於美國職業標準分類與我國職業標準分類並無直接職業對照表，因此本研究透過國際職業標準分類(ISCO)間接進行上述職業類別我國與美國職業標準分類對照工作。經由對照結果發現，美國未來 10 年具成長動能業別基本上為我國現有農業的職業類別分類，並無

法歸類於我國未來智慧農業的新興工作職業範疇。另考量 New Emerging List 的職業類別與我國未來農業發展應用重點有所差異，並不適合視為我國未來智慧農業的新興工作類別。由此，為能分析智慧農業新興工作類別，本研究綜合評估我國農業未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會的意見蒐集收斂，進而提出以下 5 類我國智慧農業新興工作類型。

(三) 我國智慧農業新興工作類別分析

綜合評估上述結果，我國未來智慧農業發展趨勢的新興工作，依據表 4- 3 中內容，主要包含農場監測數據整理分析人員、農產品產銷運籌分析師、封閉式環控農場智慧化系統設計工程師、農業自動化設備工程師、農業資訊系統開發軟體工程師等。農場監測數據整理分析人員主要是利用智慧化農場監測設備，分析可供農場經營管理人員研判作物/養殖活體健康狀態及農場生態環境監測，相關所需技能包含資料蒐集/管理/篩選/分析能力和視覺化套件操作能力。其次，針對農產品產銷運籌分析工作，工作內容主要是利用產銷供應鏈數位化系統蒐集大數據資料，研判農業相關產品產銷需求預測與維持供應鏈流程效率/成本最小化，其技能需求是開發/維護物流模型(如成本估算和需求預測)、供應鏈管理、策略性採購等多個面向能力。

最後，針對工程師類別，主要有系統設計、自動化設備、系統開發軟體等三類工作，主要工作內容包括設計生產監控智慧化及人機協作自動化、設計自動化移植機械與農場加工作業、利用產銷供應鏈數位化系統蒐集大數據資料，相關技能需求主要是系統規劃與整合應用能力、開發模組化農業智慧系統能力，以及分析確認系統開發環境所需能力等。

表 4-3　我國智慧農業未來新興工作類型

工作名稱	工作任務	所需技能
農場監測數據整理分析人員	利用智慧化農場監測設備取得物理性、化學性及生物性檢測數據，並配合農業生物技術專業知識，分析可供農場經營管理人員研判作物/養殖活體健康狀態及農場生態環境監測相關指標	1. 判讀生化數據合理性能力 2. 檢測數據報表驗算能力 3. 儀器維護保養/檢查校正能力 4. 資料蒐集/管理/篩選/分析能力 5. 視覺化套件操作能力
農產品產銷運籌分析師	利用產銷供應鏈數位化系統蒐集大數據資料，研判農業相關產品產銷需求預測與維持供應鏈流程效率/成本最小化	1. 維護農產品物流資料庫開發/維護物流模型(如成本估算和需求預測)能力 2. 供應鏈管理、策略性採購能力 3. 以網路為基礎的物流資訊系統來追蹤車輛或貨櫃來確認庫存增減能力
封閉式環控農場智慧化系統設計工程師	1. 設計生產監控智慧化及人機協作自動化(如接種、採收、換盆、擠乳) 機械系統 2. 建構環控農場資訊與 IoT 整合系統	1. 系統規劃與整合應用能力 2. 現場踏勘與量測技術能力 3. 環控農場生化數據計算模擬分析能力 4. 環境監控及自動化設備設計企劃能力
農業自動化設備工程師	1. 設計自動化移植機械與農場加工作業 2. 開發模組化農業智慧系統(智能投餌/增氧設備、智能節電省水控制設備、自動化漁撈作業系統)等	1. 設計/製造自動化機械專業知識 2. 設計戶外環境機械控制器能力 3. 開發模組化農業智慧系統能力 4. 設計戶外生化數據檢測及分析遠端聯網環控系統能力
農業資訊系統開發軟體工程師	建立產銷供應鏈數位化系統(如農業災害情資網、溯源產品產銷平台系統、生產監控系統、溫室自動化精準栽培管理系統、作物生產流程最優化系統)	1. 解讀設計規格，並將需求由問題空間轉移到機器空間的分析技能 2. 依循編碼標準產生用戶端伺服器應用程式、開發內部程式碼文件技術、運用整合開發環境(IDE)/程式設計技術/

工作名稱	工作任務	所需技能
		網路應用程式開發/除錯技術、撰寫 GUI 相關專業能力 3. 設計符合農業生技專家、農場經營者及農產品產銷服務人員需求的軟體產品之能力 4. 分析確認系統開發環境所需之能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

二、現有職務工作技能提升類型分析

針對我國智慧農業現有職務工作技能提升類型分析，考量國際農業發展趨勢與我國農業發展狀況之前提下，根據美國 O*NET 所發表 Bright Outlook List 中針對農業部份及美國未來 10 年農林漁牧業(職業代碼(2012 NAICS Code)為 110000)具明顯成長動能的職業類別進行挑選，並與我國職業標準分類進行比對，藉以歸納出本研究智慧農業現有職務工作技能提升類型。至於針對技能需求部份，由於美國 O*NET 職業技能多以一般性文書與資料軟體使用為主(如 SAS、Excel 等)，缺乏產業工作特性之技能，故本研究技能需求改以對照歐盟 ESCO 所列之專業技能進行分析。除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國智慧農業現有職務工作技能提升類型。整體分析內容分述如下：

(一) 挑選美國 Bright Outlook List 中農業領域的職業類別

美國 Bright Outlook List 內容共有 434 項工作，包含美國各業具有發展前景的職業類別，而美國農業相關職業類別分類共有 55 項，將美國 Bright Outlook List 與美國農業相關職業類別兩項資料進行交叉比對之後，可得出共有 15 項具有發展前景的農業相關職業類別，包含非農動物管理者(Nonfarm Animal Caretakers)、環境工程技術人員(Environmental Engineering Technicians)、環境科學和保護技術人員(Environmental Science and Protection Technicians, Including Health)、危險材料清除工作人員(Hazardous Materials Removal Workers)、垃圾和可回收材料收集工作人員(Refuse and Recyclable Material

Collectors)、臨床研究協調員(Clinical Research Coordinators)、漁業相關人員(Fishers and Related Fishing Workers)、地質和石油技術員(Geological and Petroleum Technicians)、地質樣品測試技術員(Geological Sample Test Technicians)、地球物理數據技術員(Geophysical Data Technicians)、獵人及捕獲人員(Hunters and Trappers)、自然科學管理者(Natural Sciences Managers)、水資源專家(Water Resource Specialists)、生物技術員(Biological Technicians)、及樹木修剪工作人員(Tree Trimmers and Pruners)等。

由上述所挑選出來的職業類別，與我國農業產業範疇相比，美國農業相關範疇相對廣泛，有多項職業類別並非可歸類於我國農業範疇，即無法針對我國現有職務進行有效地挑選作業。因此，為能分析我國農業現有職務工作未來技能提升的方向，本研究嘗試進一步針對美國農業具成長職業類別進行以下分析。

(二) 挑選美國農業具成長動能職業類別

由上述美國未來 10 年具成長動能的農業職業代碼與名稱名單，進一步挑選出與我國農業發展範疇相關的職業類別，一共有 4 項，主要有農林漁牧業主管、農業工人、操作工程師和其他施工設備操作員、一般維修人員等。

(三) 評估上述第(二)項內容並與國內職業標準分類進行對照

由上述第(二)項挑選結果，透過國際職業標準分類標準，且經本研究主觀歸納後，可對應出我國農業在工作技能類別主要有農、林、漁、牧業生產經理人員、農藝及園藝作物栽培人員、農業及林業移運設施操作人員、產業用機器維修人員等，請詳見表 4- 4。

表 4- 4　我國農業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表

美國職業類別代碼	美國職業類別名稱	我國職業類別代碼	我國職業類別名稱
45-1011	農林漁牧業主管 First-line supervisors of farming, fishing, and forestry workers	1310	農、林、漁、牧業生產經理人員
45-2092	農業工人(針對作物、苗圃和溫室) Farmworkers and laborers, crop, nursery, and greenhouse	6010	農藝及園藝作物栽培人員
47-2073	操作工程師和其他施工設備操作員	8341	農業及林

美國職業類別代碼	美國職業類別名稱	我國職業類別代碼	我國職業類別名稱
	Operating engineers and other construction equipment operators		業移運設施操作人員
49-9071	一般維修人員 Maintenance and repair workers, general	7233	產業用機器維修人員

資料來源：O*NET、我國職業標準分類與國際職業標準分類對照表，本研究彙整

此外，考量我國未來農業科技應用層面相當廣泛，未來所影響的職業類別不僅僅是主管人員及第一線生產人員，在農業生態系統建構願景，針對水產養殖管理人員與家禽(畜)動物飼養人員需要進行技能提升之需求，另外對於我國農產品產銷服務部份，針對通路開發人員，倉儲物流人員、運輸物流人員等現有職業亦有技能提升需求。

由此，為能分析智慧農業現有職務工作技能類別，本研究綜合評估我國農業未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會的意見蒐集與收斂，提出以下 9 類我國智慧農業職務技能提升工作類型[19]。

(四) 我國智慧農業現有職務工作技能提升類型分析

綜合評估上述結果，我國未來智慧農業發展趨勢現有工作技能提升類型，依據表 4-5 內容，主要包含生產經營者層面、技術維修人員、產銷服務人員等重要類別。其中，針對生產經營者主要包含農業(及其相關業別)生產經理、農藝及園藝作物栽培人員、水產養殖管理人員、家禽(畜)動物飼養管理人員等，主要工作包含管理農場生產流程、栽培農藝作物、飼養水產動植物、飼養家畜/家禽等管理和實際生產作業相關內容。此外，未來面臨人工智慧及大數據資料應用，相應所需工作能力主要包含管理能力、熟悉操作自動化機械/物聯網措施相關知識及人機協作能力、運用人工智慧及大數據資料分析結果等。

再者，針對生產及技術維修人員類別，農業(及其相關業別)移運設施操作人員及農業(及其相關業別)機器維修人員這兩類工作，主要

[19] 考量我國與美國農業發展狀況各有其特殊性，故相關職業需求略有差異。因此針對表 4-4 所對照出來我國農業相關現有工作職務技能提升職業類別，會依我國農業發展需求與職務適當性進行職務需求名稱調整。因此，依據表 4-4 與表 4-5 工作名稱會略有差異。其中，農、林、漁、牧業生產經理人員對照至農業(及其相關業別)生產經理、農藝及園藝作物栽培人員對照至農藝及園藝作物栽培人員、農業及林業移運設施操作人員對照至農業(及其相關業別)移運設施操作人員、產業用機器維修人員對照至農業(及其相關業別)機器維修人員。

從事農業自動化設施操作服務及監控無人機操作、提供農業自動化設施檢測及維修服務。有關技能需求方面，未來在面臨農業自動化設施操作逐漸成熟下，會需要物聯網相關操作技能的提升且需要物聯網相關知識與維修技能水準。

最後，針對農產銷服務項目工作，包含農產品通路開發人員、農產品倉儲物流人員、農產品運輸人員等三類，主要運用農產品產銷供應鏈數位化系統進行規劃整合農場、倉儲、物流等工作，未來因應產銷供應鏈數位化及物流運輸管理趨勢，在技能需求方面，除了基本需要農產品倉儲物流管理專業知識之外，針對操作農產品產銷供應鏈數位化系統與分析數據能力亦為重要工作技能需求類型之一。另外，針對農產品通路開發部分則是需要通路客層分析、行銷績效、行銷通路選擇等調查分析能力。

表 4-5　我國智慧農業現有工作職務技能升級類型

工作名稱	工作任務	所需技能
農業(及其相關業別)生產經理	1. 管理農場生產流程與人事行政庶務之經營工作 2. 農產品生產、銷售及推廣	1. 管理農牧漁業人員、監督員工僱用、訓練及績效相關能力 2. 操作農、林、漁、牧業機械/維護技術設備、熟悉操作自動化機械/物聯網措施相關知識及人機協作能力 3. 監測市場活動和計畫生產流程以滿足供應鏈廠商要求和市場需求 4. 建立和管理預算並監測生產產出和成本 5. 記錄農場和漁業管理計畫生產相關能力
農藝及園藝作物栽培人員	執行農藝作物、園藝作物(果樹、蔬菜、觀賞植物等)、苗圃作物之栽培	1. 操作自動化農業機械能力 2. 市場農產品需求分析能力 3. 3 熟悉作物生產管理原則 4. 運用人工智慧及大數據資料進行生產作物產程規劃及栽培管理 5. 利用遠端連網設備進行履歷追蹤等技術能力

工作名稱	工作任務	所需技能
水產養殖管理人員	從事水產動植物(如魚類、貝類、甲殼類、藻類及其他水產動植物)繁殖、飼養及採取等工作	1. 操作水產養殖相關機械能力 2. 市場產品需求分析能力 3. 運用人工智慧及大數據資料分析結果，進行生產水產作物產程規劃及飼育管理，利用遠端連網設備進行履歷追蹤作業技術能力
家禽(畜)動物飼養管理人員	從事家畜、乳畜、家禽或一般動物之繁殖、飼養及照料等工作	1. 熟悉家禽(畜)飼養管理原則 2. 操作家禽(畜)業機械及瞭解家禽(畜)市場需求分析能力 3. 運用人工智慧及大數據資料分析結果，進行家禽(畜)飼育管理，利用遠端連網設備進行履歷追蹤技術能力
農業(及其相關業別)移運設施操作人員	從事農業(及其相關業別)自動化設施操作服務(如接種、採收、換盆)、自動化移植機械、田間灑藥及監控無人機操作	1. 操作自動化機器、設置機器控制器能力 2. 使用模組化農業智慧生產線系統及系統生產整合操作測試及驗證、物聯網環控模組等技術能力
農業(及其相關業別)機器維修人員	提供農業(及其相關業別)自動化設施檢測及維修服務	1. 熟悉操作自動化機械/物聯網措施相關知識 2. 安裝/檢查/維修農工機械設備能力
農產品通路開發人員	1. 利用產銷供應鏈數位化系統數據資料，進而規劃整合農場與經銷商、通路管理(配送流程、卸貨到產品上下架) 2. 建立品牌零售通路及銷售平台 3. 提供經銷通路銷售訓練服務	1. 通路客層分析、行銷績效、行銷通路選擇等調查分析能力 2. 具備通路維護能力 3. 開發廠商/廠商關係維護與協調能力
農產品倉儲物流人員	1. 根據訂單優先順序及農產品生長情況，建立物流規劃	1. 農產品倉儲物流管理專業知識 2. 操作農產品產銷供應鏈數位化系統與分析數據能力

工作名稱	工作任務	所需技能
	2. 配合不同產區生長進度利用農產品產銷供應鏈數位化系統，安排農產物流調配與倉儲管理	
農產品運輸物流人員	監控倉儲及存貨系統 1. 利用農產品產銷供應鏈數位化系統，協調確認陸路/水路/航空運輸工具調度事宜 2. 控制物流預算與支出	1. 農產品運輸管理專業知識 2. 操作農產品產銷供應鏈數位化系統與分析數據能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

總結而言，農業科技應用逐漸普及下主要影響農業生產型態改變。未來我國在糧食安全目標，且農業朝向智慧化、高值化，國內農業規模大幅衰退可能有限；雖面臨農業人力老化，但青農輔導相關政策 (如新世代青年農民培育) 支援與混合小農興起效益下，農業職業變化主要是質化影響，例如對現有管理人員或第一線生產技術人員/維修人員需進行新技能養成，農業工作技能提升主要在於利用農場數位化後蒐集的生化數據資料分析與解讀，改善生產技術與生產流程優化。此外產銷供應鏈數位化後產銷整合服務，對農產品通路開發、物流運輸人員的技能提升也有需求。

此外，由於農產品的生長週期特性，農忙時節對於自動化農業機械的大量需求，也使得除了農場經營常態性固定人力投入之外，屬於外包性質的農事服務之農業自動化設施操作人員及設備維修人員，也存在一定程度的市場需求。同時，我國農產品具備外銷市場潛力，未來若以國際市場來看農產品輸出，對於相關農產品冷鏈物流、倉儲及產銷服務人才會增加需求。

三、未來可能減少僱用工作類型分析

農業科技發展對未來工作轉變，以我國職業標準分類為標準對照下，多為現有職業進行技能提升，對於農業職業分類調整影響不大。

未來在農業機械自動化及智慧化普及後，可能減少僱用的工作類型主要為需要大量體力付出的基層農場勞力工。

第五章 我國智慧機械未來工作及技能需求分析

第一節 數位科技趨勢下智慧機械創新發展模式

一、數位科技應用智慧機械發展趨勢

從 18 世紀的第一次工業革命以來，機械製造產業歷經多次工業革命，從蒸汽機、工業機械大量生產、工業自動化等演進過程，目前國際上對智慧機械產業發展概念，主要是由工業物聯網(Industrial Internet of Things) 所引發的第四次工業革命的角度出發。人類工業革命的演進史，從 18 世紀末期的第一次工業革命開始，隨著科技的日新月異，帶來生產場域的生產效率持續提升以及生產技術的日益精進。並不斷創造新的附加價值與技能需求，使得資本投資的回報成為帶動工業升級的持續動力(請見表 5- 1)。

表 5- 1　工業革命演進史

	第一次 工業革命	第二次 工業革命	第三次 工業革命	第四次 工業革命
發生期間	18 世紀末期	19 世紀末期~20 世紀初期	1960~2000 年	2000 年至今
變革內涵	使用蒸汽機，激勵紡織業、煤礦產業、鋼鐵產業發展。	電力應用;流水式生產線;現代管理學應用;勞力分工、製造流程、標準化、精密製造、大量生產	將可程式控制器(PLC)、數控機台(CNC)、工業機器人等 IT 與自動化技術導入生產線	以網宇實體系統(CPS)建構智慧化與永續性製造體系: -智慧化生產 -高能源使用效率 -都市內生產 -人機協同

資料來源：工研院 IEK，本研究彙整

2000 年之後第四次工業革命發展，主要是運用物聯網、大數據資料及雲端技術，達到機器之間相互聯網的效果，這會使工廠員工與各種裝置之間達成特定互動模式，透過在上述聯網環境中大量數據資料蒐集、整理與分析，未來可以實現生產場域運用，從消費端的訂單需求、供應商的原料及半成品供應鏈管理，直到產品打樣、試作、大量生產及最終成品包裝運輸的過程，一切生產運輸價值鏈流程的成本達到最低化與產品多樣化，進而達成智慧化生產、高能源使用效率、彈性生產、生產基地分散化狀態，並大幅度提升經濟附加價值。

此外，第四次工業革命的內涵包括技術提升對工業生產以及人類經濟活動甚至社會組織型態轉變的影響。綜而言之，智慧機械產業是推動第四次工業革命浪潮的核心技術變革，也是生產場域的數位化、智慧化的全新嘗試。

在第四次工業革命潮流下，工業 4.0 概念是德國政府提出的高科技戰略計畫，主要目的是針對傳統製造業加以運用 IT 技術提升能量，使其轉型成具有適應性、具資源效率的全面自動化生產智慧工廠。其後，德國、美國、日本、中國大陸等國政府單位紛紛提出在第四次工業革命浪潮下的相應生產場域智慧化製造業再興政策，藉以提升帶動各國智慧機械產業的發展。

二、智慧機械國際發展案例

(一) 德國智慧機械發展

2011 年德國於漢諾威工業展首次提出「工業 4.0」概念，整合產官學界的資源，發展智慧生產與智慧工廠藉以鞏固德國製造業在全球的領先地位。2013 年德國聯邦教育及研究部和聯邦經濟及科技部進一步將工業 4.0 納入《高技術戰略 2020》十大未來專案，用來提升德國製造業的電腦化、數位化和智慧化。

德國的工業 4.0 計畫目的在於透過各項智慧化技術在製造場域的應用，用以提高產品品質、節省成本，並達成顧客導向的差異化生產，提升工業體系的整體附加價值，最終改變製造業的價值創造鏈及商業模式和產業分工體系。德國工業 4.0 政策實施預計可以讓德國製造業生產效率提高 30 至 50%、節能 20 至 25%幅度，並可提高 30%勞動薪資水準。

(二) 美國智慧機械發展

美國歷經全球化分工趨勢，製造業不斷外移海外，對國內中低階勞工造成工作機會流失問題。對此，美國白宮國家科技委員會(NSTC)於 2016 年 2 月中旬提出兩項政策主軸:美國製造業的堅實和創新能量是推動國家全球經濟競爭力無可取代的能力與國家製造創新網路(National Network for Manufacturing Innovation, NNMI)不僅是活化既有產業，亦可協助創造全新產業。在製造業智慧化的趨勢下，提出先進製造概念。美國先進製造計畫的目標有四：

1. 提升美國製造業競爭力
2. 促進創新技術轉化為規模化、低成本和高績效的製造能力
3. 加速培育先進製造業人才隊伍
4. 透過與各項大學院校、技術研發單位、技術及商業顧問公司的合作，充分支援建立新商業模式所需之創新投入，使得以智慧製造為核心的創新網路得以實現穩定永續發展

美國的先進製造計畫預期達成的經濟效益包含：

1. 將生產過程中產生的大量數據加以蒐集與分析，生產線可以依此進行即時調整與提高彈性化，並達到生產成本降低的效益。
2. 透過與消費者及中間原物料及零件供應商的智慧化協作平台，將生產場域的製造模式由大量生產朝彈性化、少量多樣發展，提升產品附加價值。
3. 單一設備可快速與生產多樣化產品(3D 列印)，實現分散化製造以及製造即服務(manufacturing as a service)的商業模式。

(三) 日本智慧機械發展

日本政府專注於積極發揮智慧化功能作用，將國內製造業轉型為利用物聯網、大數據分析、網實融合以及 3D 列印等技術的「下一代智慧製造業」。日本經濟產業省於 2016 年提出「第四次產業革命戰略」，將聚焦在三項核心技術：物聯網、大資料和人工智慧，並選定自動駕駛、健康醫療與智慧工廠領域，作為日本第四次產業革命的主要應用類別。

在日本第四次產業革新的計畫規劃，首要目標在尋求經濟體系之新成長引擎，以提升日本製造業的生產力及成長潛能。透過掌握物聯網、大數據、機器人、人工智慧等技術革新，發掘出各領域中結合革新技術與商業模式的機會，以充分滿足社會未來需求，並提供客製化生產與服務，如自動駕駛、無人機施工管理與配送，產品或物品服務化、開創設備運輸、保全與保險新服務等。

其次，日本在面對高齡化及少子化的社會趨勢挑戰，同時在能源與環境保護議題的急迫性也更加突顯。因此針對「智慧移動」、「智慧

生活」、「維持健康扶持高齡者」、「智慧化供應鏈」等服務也將成為日本未來發展潛力市場。

因此，日本第四次產業革新將著重於如何活用數據的資訊服務能力和運用大量客戶資料之客製化等製造業服務化的需求將大幅成長，對企業流程亦會產生大幅變革，過去內勤業務等工作職位大量減少可能性也相對提高，在上述的新成長引擎推動下，逐漸影響產業發展及後續就業結構的改變。

歸納而言，在漸進式創新朝向破壞性創新的變革轉型下，日本的第四次產業革新有五項因應方針：

1. 促進大數據分析能力以活用環境變化衝擊
2. 強化智慧化趨勢的人才育成並增進就業體系彈性
3. 加速相關智慧化技術的創新與研發
4. 民間投資與財務機能的強化
5. 分析第四次產業革命對中小企業、區域經濟的影響，以因應產業結構與就業結構之轉型

(四) 中國大陸智慧機械發展

中國大陸在這一波智慧製造的世界發展趨勢下，主要依循德國版工業 4.0 計畫，依據中國大陸國內產業發展狀況，提出「中國製造 2025」，是為十三五計畫下的製造業升級戰略，中國大陸政府希望透過此計畫，從工業大國轉型為工業強國，達到產業轉型目的。

十三五計畫發展主軸以結合數位化技術與製造技術深度融合的智能化製造環境，藉以完成由要素驅動向創新驅動轉變、由成本競爭優勢向品質效益競爭優勢轉變、由粗放製造向綠色製造轉變以及由生產型製造向服務型製造轉變等四項目標。

在「中國製造 2025」，特別針對智慧製造領域，訂下 2020 年製造業重點領域智慧化水平顯著提升，試點示範項目運營成本降低 30%，產品生產週期縮短 30%，不良品率降低 30%的目標值。另外預計至 2025 年，中國大陸製造業重點領域全面實現智慧化，試點示範項目運營成本降低 50%，產品生產週期縮短 50%，不良品率降低 50%等目標。

第二節 我國智慧機械發展面臨的挑戰與未來發展

一、智慧機械定義範疇與產業發展面臨的挑戰

本研究智慧機械產業定義範疇更為相似的應為工業 4.0(Industry 4.0)的概念。智慧製造的主要核心仍是以生產場域為主體，大部分的智慧化流程相對集中在生產線的各種智慧化技術的應用，以達成提高產品品質、節省生產成本(降低故障率)，並達成顧客導向的差異化生產等目標。因此，為了能夠進一步了解智慧機械產業發展趨勢下的相關人才及技能需求，我們必須進一步釐清智慧製造產業定義及範疇，以及未來發展情境，作為後續人才需求與工作技能分析的基礎。

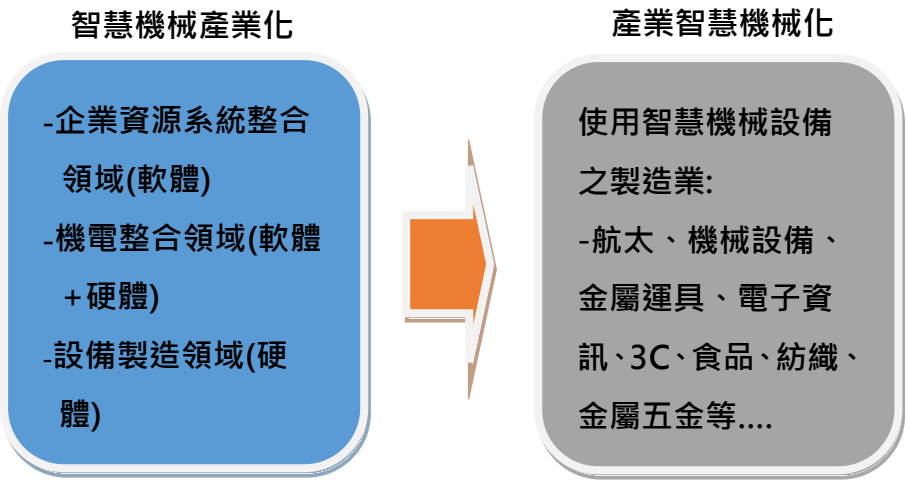
(一) 產業定義與範疇

根據我國智慧機械產業推動方案之定義，將智慧機械區分為智慧機械產業化及產業智慧機械化兩大定義範疇，請見下圖 5- 1。智慧機械產業以國內的工具機及生產用機械設備製造業為基礎，加上機器人、物聯網、感測器、CPS 及各種數位管理軟體等智慧化元素後，擴充成為智慧機械產業化範疇。

因此，智慧機械產業化的定義主要區分為三個部分：

1. 企業資源整合領域：包括智慧製造之組織規劃、智慧製造之數位內容管理、智慧製造之企業策略及風險管理以及智慧製造之相關研究。這個領域提供整個企業及上游供應鏈及下游客戶所有數位化資訊系統及工作關係的基礎。也給予企業在朝向數位化智慧製造轉型時，相關的技術領導力及企業結構調適的重要支撐。此外，在企業朝向智慧化轉型時，相關的風險及投資回報課題、新商業模式設計，人才訓練及企業倫理及文化轉變等，都是這個領域的工作。

2. 機電整合領域：包含定義智慧製造系統規格、資訊安全、資料科學及管理、人工智慧以及資料路徑等次領域。機電整合領域是涵蓋整個企業的智慧生產產品生命週期和企業數位化之領域，是整個企業智慧製造之數據資料定義、整合及安全規劃的跨領域平台，並與所有其他技術領域相互密切影響。作為串聯企業內部組織原先各自獨立運作資料庫的主要平台，機電整合領域擔負不同的系統之間高效、可互相操作、安全以及管理良好的數據連接工作，對於企業在生產線及其供應鏈的未來智慧化轉型成功方面，扮演至關重要的角色。



資料來源：本研究彙整

圖 5-1　我國智慧機械產業範疇

3. 設備製造領域：這部分可細分為智慧生產線設計及製造流程兩大技術領域。其中，智慧生產線設計相關技術領域，該領域可細分為設計智慧生產線的背景要件及設計、生產線系統模組、工程及模擬分析、產品製造規格定義、產線可靠度以及整體系統的驗證及確認等次領域。智慧生產線設計是涵蓋數位化工具、技術和擴展思維模式的領域，通過開發、製造和運營智慧製造生產線來設計，模擬和規劃產品。該領域資訊系統連接性的提高可推動生產技藝與科學的更大融合，並使產品在整個生命週期內的創新和效率得以提升。智慧生產線設計領域與智慧生產線製造流程領域密切相關，可以在產品生命週期和供應鏈中高效地驗證產品生產流程中各個子系統的性能。

智慧生產線製造流程相關技術領域，該項領域又分為生產流程監督、生產規劃及優化模擬、生產支援、生產控制系統、基礎設施及整體系統的驗證與確認等次領域。智慧生產線製造流程涵蓋數位化工具、技術和工作概念，是執行產品的智慧製造、加工或裝配的主要技術領域。影響智慧生產線製造流程的技術包括數位控制/感測設備，車間工具/系統/軟體，基礎設施系統以及用於優化生產和產品質量的各種數位化模擬技術。智慧生產線加工流程緊密結合數位化設計的工作，以實現產品線中各子系統性能的高效驗證，提高企業在生產線設計修正或改進的能力，以滿足產品性能要求，並提高生產過程中的效率和降低製造成本。

而產業智慧機械化部分，則是利用智慧機械產業化三大領域中的技術，使用在製造業各項產品的實際生產流程中，再加上各產業中智慧化產品相關技術領域以及智慧化供應鏈相關技術領域的技術內涵，完善各產業在智慧機械化的過程中，更完整地實現智慧製造經營目標。

智慧化產品技術領域又分為產品服務(消費者端)、產品使用回饋(企業端)及售後服務等次領域。智慧製造產品相關之技術領域有助於生產該項產品之企業，透過產品本身蒐集的數據以及連接企業與消費者的能力，開發有利於提升客戶使用效能或滿意度的創新服務，並向企業提供產品反饋資訊，或支援產品售後服務市場。這些技術可以涵蓋產品性能優化到產品生命週期各種資料之反饋等，可作為企業日後改進產品品質或功能的重要參考數據。

智慧化供應鏈相關技術領域，其中包括供應鏈規劃優化及風險管理、自動化物料運送管理及存貨連結管理等次領域。智慧製造供應鏈技術領域是將生產材料運送到加工場域及將產品送往下游客戶的支援技術領域。供應網絡內更高水平的數據連接能夠達到即時供應鏈優化和提升風險管理能力。供應鏈數位化技術可以連結到所有直接影響產品壽命的領域，如設計、製造和產品維護。設計人員和供應鏈之間的連接水平的提高可以使得產品設計受到更有效的原料供應鏈支持，或提出更具成本效益的設計解決方案。製造和加工環境與供應網絡之間的接觸和連接能力的提高可以提高生產效率、減少庫存和產線中斷次數。產品和供應網絡之間的連接可以產生新的服務機會，維修零件的更精確掌握也可減少對大型備料庫存的依賴。

(二) 未來產業發展的挑戰

所有的智慧製造技術相關領域，都在智慧製造企業組織及管理的統籌之下發展。因此，企業針對智慧製造的組織及管理目標，將直接決定該企業在智慧機械相關技術領域當中，將會專精或側重的發展方向。而與此同時，各項智慧化技術領域也會隨著技術發展的程度與公司智慧化推動的演變，反過來影響智慧製造企業組織與管理領域的企業決策。因此，對一個企業而言，各個技術領域的發展是一個互相影響的動態調整過程。而為了滿足不同階段各領域當中的發展，對於相

關職務的需求也會隨時變化。

由於每一家企業對於智慧製造的布局領域都不盡相同。而在每一項技術領域中，企業根據自己的產品屬性、業務需要與經營決策，所側重的次領域也不同。因此，基於未來技術發展需要所衍伸的新興工作任務也將因每家公司偏重的技術領域而出現差異。若以企業經營者的角度出發，如何將智慧製造技術與企業數位化管理能力結合，以便在企業的生產場域中產生實際效能，則是未來智慧機械產業能否持續發展的關鍵挑戰。

二、我國智慧機械政策推動規劃與未來發展方向

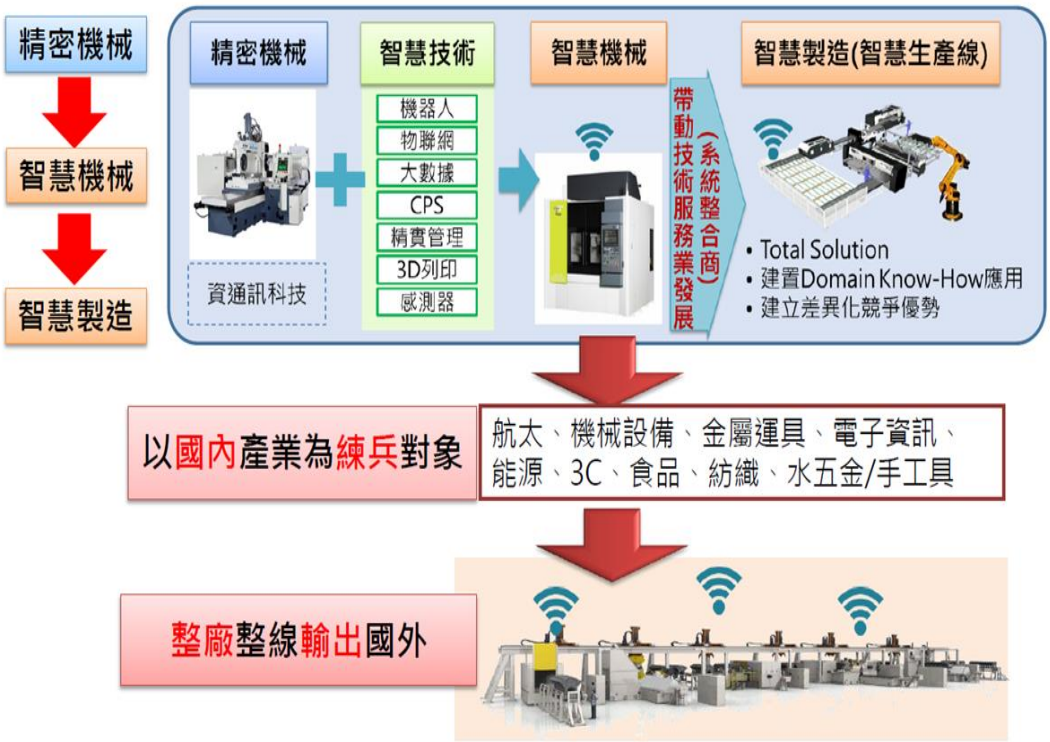
(一) 主要政策推動方向與內涵

我國智慧機械政策推動主要目的為，以我國的精密機械為出發，配合資通訊科技的應用，讓物聯網、大數據分析等各項智慧技術加值在機械製造上，將精密機械業轉型為智慧機械產業，透過系統整合帶動技術服務業發展，帶動智慧生產線的整合應用及整體解決方案設計(請詳見圖 5- 2)。

以我國現有精密機械之推動成果及我國資通訊科技能量為基礎，導入智慧化相關技術，逐步將不同產業的生產線整合成智慧製造生產線，並帶動技術服務業，透過國內實驗場域，將智慧製造系統整合服務經驗輸出國外，建構智慧機械產業新生態體系，使我國成為全球智慧機械研發製造基地及終端應用領域整體解決方案提供者。

智慧機械政策發展願景如下：

1. 「智慧機械」產業化：建立智機產業生態體系
   - 深化智機自主技術中長期布局與產品創新
   - 發展解決方案為基礎之智機產品
2. 產業「智慧機械」化：推動產業導入智機化
   - 減緩勞動人口結構變遷壓力，加速人力資本累積
   - 創新產業生產流程並大幅提高生產力
   - 善用電資通訊產業優勢加速產業供應鏈智能化與合理化



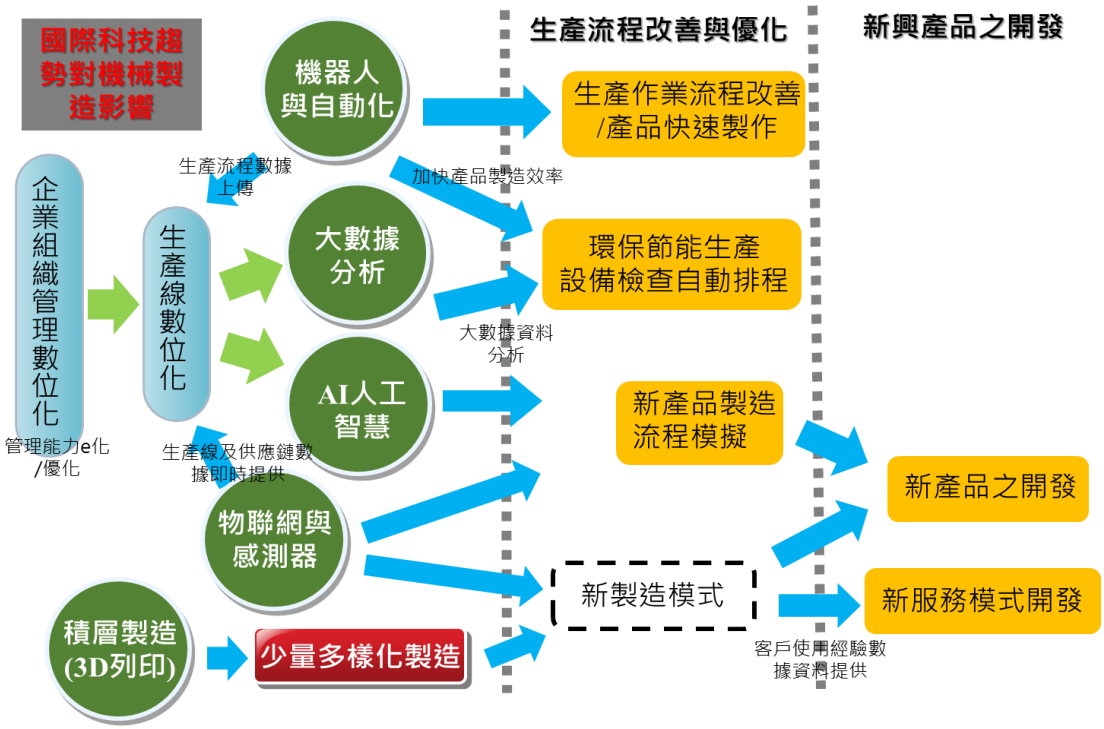
資料來源：經濟部智慧機械產業推動辦公室

圖 5- 2　我國智慧機械產業政策發展推動方向

(二) 未來科技應用推動發展方向

本研究彙整現今新興科技潮流對機械相關產業的影響，用以分析智慧機械產業未來科技應用主要發展層面(請詳見圖 5- 3)。以智慧機械應用在各產業而言，首先是由企業組織管理的數位化開始，透過企業資源計畫(Enterprise Resource Planning)、文件管理系統(Document Management System)、系統變更管理(Engineering Change Management)、產品生命週期管理(Product Lifecycle Management)、產品數據管理(Product Data Management)、製造執行管理(Manufacturing Operations Management)、製造程序管理(Manufacturing Process Management)、製造執行系統 (Manufacturing Execution System)、原物料需求規劃(Material Requirement Planning)等企業內部管理文件及數據的數位化，達到企業在朝向數位化智慧製造轉型時，相關的技術領導力及企業結構調適的重要支撐。透過製造生產線的數位化，也就是生產設備的物聯網及感測器的佈建，將各項生產線及供應鏈數據即時上傳，作為分析資料的基礎，以達到環保節能生產、生產設備檢查、

自動排程的生產流程優化。同時透過機器人與自動化增加產品生產線的製造流程效率，達到產品快速製作目標。同時透過人工智慧及 AR/VR 技術，達到新產品的製造流程模擬，降低新產品打樣及建模的時間及成本投入。最後在基層製造技術引導，可達成少量多樣化製造的目標，產生新的製造模式，有利於新產品之開發，甚至可以根據客戶使用經驗數據的回饋，開創產品創新服務模式。



資料來源：本研究彙整

圖 5- 3　我國智慧機械產業未來面對科技趨勢之影響層面

第三節　我國智慧機械現今工作及技能需求分析

一、現今智慧機械產業職能基準內容

根據勞動部職能基準表內容，考量國際智慧機械產業發展趨勢及本研究對智慧機械定義範疇之前提下，智慧機械產業相關工作及職能彙整如下(請見表 5- 2 和表 5- 3)，主要區分為兩大類：企業資源系統整合和機電整合，一共有 9 類職能基準，分述如下：

(一) 企業資源系統整合

針對企業資源系統整合部份，主要需求工作為資通網路資深技術人員、系統/資料庫分析設計人員、系統整合工程人員、資訊安全人員等類別。由工作內容來看，我國智慧機械產業發展強項為硬體設計

及相關生產製造，未來軟硬整合潮流將使企業對於資源系統整合、資料庫分析、及後續資訊安全等人員需求有所增加。

針對硬體部份的資通網路資深技術人員，主要職能需求在於機房與網路設備之建置。而軟體部份，如系統/資料庫分析統計人員其職能主要在於進行系統與資料庫之分析；系統整合人員相關所需職能包含分析網路資訊並規劃解決技術問題及 SQL 語法運用等；針對資訊安全人員其主要職能為設計網路安全系統與防火牆、防範電腦病毒，偵錯/測試及安裝等工作。

(二) 機電整合

另外，以機電整合部份來說，現今工作需求類型包含機械產業電控系統工程師、機器人產業感知系統工程師、大數據資料分析師、機器人產業機電整合工程師、3D 列印工程師等。這些工作需求主要因應機器人、大數據分析、3D 列印等重要科技趨勢，在職能需求主要是工業控制器及介面系統整合應用能力、程式設計能力、人機介面規劃、3D 建模軟體操作與檢驗等技能。

表 5-2　我國智慧機械產業現今職能基準需求盤點—企業資源系統整合領域

職能基準名稱	工作內容	職能需求
資通網路資深技術人員	規劃與督導伺服器、企業網路、機房與網路設備之建置、管理與維護等事宜	分析網路資訊，並規劃解決技術問題或符合管理規範的方法
系統/資料庫分析設計人員	進行系統與資料庫之分析、設計、撰寫程式碼、測試、維護等相關工作	規劃系統開發及里程碑的技術、建立 SQL 語法的讀寫能力、撰寫可以跨瀏覽器相容 SQL 語法的規劃與組織能力、將所需結果從資料庫轉譯成 SQL 語法的問題解決能力、將 SQL 語法整合到各種伺服器語言、找出與雲端儲存技術相關資訊來源的研究能力、分析與評估雲端儲存技術特性能力、配合設備服務要求搭配適當的維修流程、使用 IT 設備、作業系統/軟體、應用現行最佳實務並透過虛擬化方法及技術來持續性實施選項的能力
系統整合工程人員	負責規劃、指揮及協調與電腦系統、軟體相關專案	配合設備服務要求搭配適當的維修流程、使用 IT 設備、作業系統/軟體、應用現行最佳實務並透過虛擬化方法及技術來持續性實施選項的能力
資訊安全人員	依據網際網路資訊系統之特性與需要，設計網路安全系統與防火牆、防範電腦病毒、偵錯、測試及安裝等工作	規劃網路服務安全性與驗證的管制方法、規劃、排定優先順序與監控自身工作、採用符合網路服務安全性要求之程序，並根據不同的營運緊急情況、風險狀況與環境重新規劃、偵測與調查安全漏洞並從中修復、進行複雜與動態環境風險管理的規劃與組織技能、執行區域網路(LAN)、廣域網路 (WAN)、虛擬私有網路(VPN)及無線區域網路(WLAN)

資料來源：勞動部 iCAP 職能發展應用平台，本研究彙整

表 5-3　我國智慧機械產業現今職能基準需求盤點—機電整合領域

職能基準名稱	工作內容	職能需求
機械產業電控系統工程師	根據市場及客戶需求,訂定產品規格與功能,選用零組件,進行電控軟硬體設計、機電整合及製作作業標準書,在驗證後根據測試結果進行系統調整,最後完成各類文件撰寫	工業控制器及各類介面系統整合應用能力、模擬軟體工具應用能力(如：電路設計、控制迴路設計)、電子電路設計能力、程式設計能力(如：GM 碼/C 語言)、模擬軟體工具應用能力(如：電路設計、控制迴路設計)、人機介面規劃應用能力
機器人產業感知系統工程師	依據機器人產品目的與特性,選用或研發適當的感測元件;將感測器擷取之訊號轉成可用資料後,運用高效能法則(演算法)架構，使機器人具有環境感知能力，以協助空間定位、避障規劃、路徑規劃、人機互動等設計	電路設計、電子電路設計、電路板製作流程、介面電路設計、影像處理系統軟體設計/操作能力、量度儀表操作、校準測試、空間配置、類比數位轉換、空間中定位精度量測與校正
大數據資料分析師	依客戶或公司自訂目標,能具體通過資料加值的各項作業,完成產品建構與服務過程改善的解決方案系統開發專案	操作資料分析工具(如 SAS, SPSS,WEKA,R,Python 等)、資料庫技術(如 SQL,NoSQL 等)、分散運算與儲存概念(如 Hadoop, Hive 等)、資料視覺化技術、低結構化資料組織技術(如 HTML/XML/JSON 等)、低結構化資料處理(如文字、影音、影像與機器資料處理等)、資料探勘技術(如集群分析、頻繁型態分析、迴歸與分類、離群值分析等)、時空資料分析(如時間序列分析、空間資料分析、序列資料分析等)
機器人產業機電整合工程師	參與產品或專案先期設計及規劃,並依客戶功能需求,進行機械及電控系統模組之設計、整合與測試規劃，使其符合品質安全規範,進而達成機器人系	程式設計、人機介面規劃、工程軟體的使用、電機控制、防電磁干擾設計能力、控制器軟體應用能力、控制器及驅動器整合能力、PC 及各類介面系統整合應用能力、操作機台

職能基準名稱	工作內容	職能需求
	統最佳化	能力、基本統計及計算能力、資料統計分析軟體應用
3D 列印工程師	評選設置列印服務所需之 3D 列印設備、環境及安全,並依據顧客需求選擇適當的 3D 列印設備、製程與材料;模型檔案前處理與轉置,設計必備之支撐,調整列印參數與模式等客製條件,列印成實體產品及其後處理與檢測	3D 建模軟體操作與檢驗、產品規格判讀、QC 執行能力、材質分析、列印參數選擇、材料安全儲存環境選擇、介面轉換軟體操作/介面格式檔案檢驗

資料來源：勞動部勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台，本研究彙整

二、現今智慧機械關鍵職缺與技能需求

根據經濟部工業局公布產業人才需求預測結果(請詳見表 5- 4)，經本研就盤點後發現，與智慧機械產業相關的關鍵職缺共有兩類，分別為「物聯網應用工程師」及「智慧製造(生產)工程師」職務。其中，以物聯網應用工程師來說，工作內容主要是因應未來物聯網發展變化，提出安全及可行物聯網系統規劃與導入策略，在技能需求方面主要強調資料蒐集與分析能力、應用層系統備援方案評估與導入、感知層感測器規格分析等。

另針對智慧生產製造工程師來說，工作任務主要是進行智慧製造生產線的生產排程與流程管理，執行精實管理及產業人員管理以確保智慧生產線運作。而該職務相關技能需求主要是瞭解及執行生產計畫能力、跨部門溝通能力，機台操作與測試能力、生產規劃排程優化能力等項目。

表 5-4　我國智慧機械產業關鍵職缺與技能需求

職務名稱	工作內容	技能需求
物聯網應用工程師	以產業需求的思考角度出發，熟悉物聯網系統之組成架構與雲端服務模式，提出安全及可行物聯網系統規劃與導入策略，並具備有效排解問題的能力以確保系統順利運行	資料蒐集與分析能力、英文閱讀能力、瞭解判讀產品規格書能力、作業流程問題分析、需求規格書撰寫、業務提案簡報及計畫書撰寫、使用者操作介面分析、應用層系統備援方案評估與導入、感知層感測器規格分析
智慧製造(生產)工程師	依據生產計畫，落實智慧製造生產線的生產排程與流程管理，執行精實管理及產業人員管理，以確保智慧生產線運作順暢，能快速排除智慧生產線異常及落實設備初級維護以維持產線穩定度，有效提升產能，達成生產良率與效率目標，同時也配合新產品開發計畫進行試量產，以確認可進入量產階段及優化生產條件	瞭解及執行生產計畫能力、跨部門溝通能力 、檢核標準工時能力 、庫存管理能力(如識別標籤、數量管理)、機台規格參數與性能掌握能力、機台操作與測試能力、生產規劃排程優化的能力

資料來源：經濟部，本研究彙整

第四節 我國智慧機械未來工作及技能需求分析

一、新興工作類型及技能需求分析

本研究透過盤點我國智慧機械相關職能基準及關鍵職缺，藉以了解我國智慧機械現今重要職務需求及職能/技能需求。此外，本研究據國內機械產業發展方向與發展特性，針對我國智慧機械未來新興工作類型進行分析，首先綜合評估美國 O*NET 所發表 New Emerging List 中與機械製造業相關的職業類別、美國未來 10 年機械製造業(職業代碼(2012 NAICS Code)為 333000)具明顯成長動能的職業類別，加以交叉對照我國職業標準分類尚無明確分類職業，進一步挑選出我國現今尚未明列職業類別但美國機械製造業具有發展潛力的職業別，視為本研究智慧機械產業新興工作類別。除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國智慧機械新興工作類型。整體分析內容分述如下：

(一) 挑選美國未來機械製造業新興及具成長動能職業類別

由美國 O*NET 發表 New Emerging List 中機械製造業相關職業類別，以智慧產業化範疇主要包含電氣工程技術人員(Electrical Engineering Technologists)、機電工程技術專家(Electromechanical Engineering Technologists)、電子工程技術專家(Electronics Engineering Technologists)、工業工程技術人員(Industrial Engineering Technologists)、製造工程技術專家(Manufacturing Engineering Technologists)、製造工程師(Manufacturing Engineers)、製造生產技術人員(Manufacturing Production Technicians)、機械工程技術專家(Mechanical Engineering Technologists)、機電資通工程師(Mechatronics Engineers)、微系統工程師(Microsystems Engineers)、機器人工程師(Robotics Engineers)、機器人技術員(Robotics Technicians)等。另挑選美國機械製造業未來 10 年具成長動能的職業代碼與名稱包含 17-2141 機械工程師、11-3031 財務經理、13-1161 市場研究分析師、53-7051 工業用卡車和拖拉機操作員、15-2031 營運研究分析師等。

另外，本研究考量我國智慧機械產業未來重要發展領域包含企業組織及管理、智慧生產線設計、智慧生產線製造流程、智慧製造產品相關等不同層面類別，本研究除了採用上述美國 O*NET 資料庫外，另外透過 ESCO 資料庫進一步挑選與我國智慧機械產業發展相關的重要發展層面類別進行分析，經挑選後主要增列職業類別包含 ICT 智能系統設計人員、設備自動化工程師、資訊管理分析師、智慧製造系統整合顧問、ICT 數據分析、智慧供應鏈物流分析師等。

(二) 評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照

由於美國職業標準分類與我國職業標準分類並無直接職業對照表，因此本研究透過國際職業標準分類(ISCO)間接進行上述職業類別我國與美國職業標準分類對照工作。經由對照結果發現，多數 New Emerging List 的職業類別可對照歸類於我國職業標準分類，而機電資通工程師、機器人工程師尚未列為我國現有職業標準分類，故視為新興工作類別之一。

此外，考量科技創新趨勢下我國智慧機械未來發展的重要領域，增列 ICT 智能系統設計人員、設備自動化工程師、資訊管理分析師、

智慧製造系統整合顧問、ICT 數據分析與資訊安全管理者、智慧供應鏈物流分析師等類別。另外，由於美國機械製造業未來 10 年具成長動能業別基本上為我國現有機械製造業的職業標準分類，並無法歸類於我國未來智慧機械產業的新興工作職業範疇。由此，為能分析智慧機械產業新興工作類別，本研究綜合評估我國智慧機械產業未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會的意見蒐集與收斂，進而提出以我國智慧機械產業新興工作類型。

(三) 我國智慧機械產業新興工作類別分析

綜合上述評估結果，我國未來智慧機械產業新興工作類型分析，如表 5- 5 至表 5- 8，詳細分析內容如下：

1. 企業資源系統整合領域

過去我國機械產業以硬體發展為重，相關系統整合缺乏發展基礎，而未來物聯網發展強調軟硬整合與系統整合精神，因此企業對於內部資源系統整合人才之需求將大幅提升。

以企業資源系統整合領域而言，面對物聯網感測器邊緣運算、資料整合、大數據分析等趨勢，未來新興工作類型主要有資訊管理分析師、智慧製造系統整合顧問、ICT 數據分析師等，其工作內容皆與 ICT 系統架構整合與數據分析面向有關，主要針對管理 ICT 數據架構與數據蒐集系統、IT/OT 系統分析、ICT 系統進行人工智慧應用整合管理等項目。至於在技能需求部分，資訊管理分析師主要需透過建構結構化數據庫與數據模型提出數據視覺化和數據解釋分析的能力。

另智慧製造系統整合顧問主要需求層次，包含定義 ICT 系統整合策略、實際整合管理 ICT 數據/系統組件技術要求，進而提出 ICT 解決方案等相關能力。此外，於機械聯網趨勢下，未來大規模 ICT 應用日益普及，後續所需 ICT 系統資訊安全層次將隨之提高，故相關資訊安全策略亦為重要工作技能需求。此外，對於企業而言，未來智慧 ICT 系統的資料蒐集與處理將是重要的工作，因此針對 ICT 數據分析師將有顯著需求，其主要工作係進行企業內部數據挖掘、數據管理、數據分析，而其所需要技能包含具執行數據挖掘、建構數據流程整合 ICT 數據等能力。

表 5-5　我國智慧機械產業未來新興工作類型—企業資源系統整合領域

工作名稱	工作任務	所需技能
資訊管理分析師	1. 管理 ICT 數據架構與數據蒐集系統 2. 進行 IT/OT 系統分析及數據整合/數據生命週期管理	1. 建構結構化數據庫與數據模型 2. 具備數據視覺化能力 3. 數據解釋分析能力
智慧製造系統整合顧問	針對ICT系統進行人工智慧應用(如認知計算、認知環境、嵌入式認知系統、機器學習、自主式機器人)相關整合管理工作	1. 掌握 ICT 系統應用趨勢能力 2. 定義 ICT 系統整合策略能力 3. 整合管理 ICT 數據/系統組件技術要求能力 4. 提出 ICT 系統應用端解決方案能力 5. 具備 ICT 系統資訊安全策略能力
ICT數據分析師	進行企業內部數據挖掘、數據管理、數據分析工作	1. 數據蒐集、處理與分析能力 2. 建構數據流程能力 3. 進行數學運算能力 4. 整合 ICT 數據能力 5. 執行數據挖掘與數據清理能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

2. 機電整合領域

自動化是智慧製造發展重要基礎，機電整合技術應用廣泛，主要以電腦控制技術方法，來整合資訊、機械、電機、電子、電力、通訊的整合性技術。未來針對物聯網與機器人發展趨勢，透過機械控制器向上整合各種應用軟體，以加速軟硬體整合及監控遠端設備；另針對向下整合IT/OT，透過上下串連以強化機電整合與軟體應用發展功能。

有關機電整合領域，未來因應機器人、人工智慧、智慧製造等重要發展趨勢，主要有 ICT 智能系統設計人員和機電資通工程師兩類新興工作類型。其中，智能系統設計人員主要是應用人工智慧方法來設計/模擬智能程序，其所需工作技能聚焦於定義 ICT 系統技術需求、設計應用介面/資料庫結構/工作流程及使用電腦程式語言。而機電資通工程師主要是開發智慧生產線使用系統及相關系統生產單元等工作，相關技能需求著重於設計自動化組件/原型、開發電子測試程序/

機電測試程序、調整工程設計、測試機電整合單元、分析測試數據、及使用繪圖軟體技術等能力。

表 5-6　我國智慧機械產業未來新興工作類型—機電整合領域

工作名稱	工作任務	所需技能
ICT 智能系統設計人員	應用人工智慧方法來設計/模擬智能程序(包括思維模型，認知知識系統、問題解決和決策系統)，並將結構化知識整合到電腦系統，以解決 ICT 系統應用端問題	1. 瞭解 ICT 系統理論知識能力 2. 定義 ICT 系統技術需求能力 3. 管理 ICT 語意集成與資料庫能力 4. 設計應用介面/資料庫結構/工作流程能力 5. 使用電腦程式語言技術能力
機電資通工程師	主要為智慧生產線使用系統、系統生產單元系統整合操作測試/驗證等開發工作	1. 定義技術要求能力 2. 設計自動化組件/原型能力 3. 開發電子測試/機電測試程序能力 4. 調整生產工作流程設計能力 5. 模擬機電設計概念能力 6. 測試機電整合單元能力 7. 分析測試數據能力 8. 使用繪圖軟體技術能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

3. 設備製造領域

我國未來面對物聯網及大數據等軟體應用為重的科技發展趨勢，以國內機械相關產業發展基礎主要為設備製造領域，雖屬於硬體性質，但在未來軟硬整合趨勢下，硬體發展角色不可或缺，設備製造領域未來相關人才需求仍為新興工作類型。

有關設備製造領域未來新興工作類型，主要有設備自動化工程師、機器人工程師等兩類，其中設備自動化工程師主要是因應智慧生產趨勢，工作內容以智慧生產線流程監督、智慧生產控制系統為主，而所需技能則為調整工程設計、分析測試數據等能力；另一個重要工作職務是機器人工程師，未來於機械製造領域上，機器人角色將取代部份第一線人員，因此機器人相關工程師需求亦會有所增加，工作內容主要是結合機械工程原理設計與開發機器人設備及應用程序，所需技能則以具瞭解智慧製造生產流程、生產規劃及優化模擬、智慧機械生產控制系統規劃及設計等能力為主。

表 5- 7　我國智慧機械產業未來新興工作類型—設備製造領域

工作名稱	工作任務	所需技能
設備自動化工程師	針對智慧生產線系統進行流程監督、生產支援工具開發、生產規劃控制及優化模擬等相關工作	1. 定義技術要求能力 2. 設計自動化組件/原型能力 3. 開發電子測試/機電測試程序能力 4. 整合計算材料工程能力 5. 開發/操作自動化設備能力 6. 調整生產工作流程設計能力
機器人工程師	結合機械工程原理設計與開發機器人設備及應用程序，開發新的生產工作流程應用並設計修改相關機器人設備設定	1. 調整/確認生產工作流程設計能力 2. 自動化組件設計能力 3. 應用程序可行性與科學研究能力 4. 使用繪圖軟體技術能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

4. 產業智慧化

產業智慧化主要為將科技趨勢實際應用在不同製造業別的生產活動及產品開發，未來所需的新興工作類型主要能使企業朝向數位化及智慧化轉型，由於供應鏈分析與數據分析是機械產業智慧化的重要關鍵，因此 ICT 數據分析師及智慧供應鏈物流分析師等兩類為主要新興工作。ICT 數據分析師主要工作任務係進行企業內部數據挖掘、數據管理、數據分析，其所需技能包含執行數據挖掘、建構數據流程、整合 ICT 數據等能力。而智慧供應鏈物流分析師之工作任務，主要乃針對未來智慧化物流系統之運用，進行計劃、管理，以及協調從採購原材料到分銷成品所需的採購和採購物資所需的流程活動，其技能需求主要是運用大數據分析能力，進行供應鏈規劃、優化及風險管理目標、管理存貨追蹤能力、聯繫、溝通公司內/外部物流管理團隊能力、管理物流系統及維護物流數據庫能力等。

表 5- 8　我國智慧機械產業未來新興工作類型—產業智慧機械化領域

工作名稱	工作任務	所需技能
ICT 數據分析師	進行企業內部數據挖掘、數據管理、數據分析等工作	1. 數據蒐集、處理與分析能力 2. 建構數據流程能力 3. 進行數學運算能力 4. 整合 ICT 數據能力 5. 執行數據挖掘與數據清理能力
智慧供應鏈物流分析師	運用智慧物流系統進行計劃與管理，以及協調從採購原材料到分銷成品所需的採購和採購物資所需的流程活動	1. 運用大數據分析進行供應鏈規劃、優化及風險管理目標之能力 2. 管理自動化物料運送能力 3. 管理存貨追蹤能力 4. 聯繫、溝通物流管理團隊能力 5. 管理物流系統及維護物流數據庫能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

二、現有職務工作技能提升類型分析

針對我國智慧機械產業現有職務工作技能提升類型分析，考量國際工業 4.0 發展趨勢和我國智慧機械業發展目標與我國智機產業化及產業智機化兩大重要發展領域之前提，根據美國 O*NET 所發表 Bright Outlook List 中針對製造業部份及美國未來 10 年機械製造業(職業代碼(2012 NAICS Code)為 333000)具明顯成長動能的職業類別進行挑選，並與我國職業標準分類進行比對，藉以歸納出本研究智慧機械產業現有職務工作技能提升類型。

然而，由於智機產業化與產業智機化所涵蓋的製造業範疇過於廣泛，故透過篩選美國 O*NET 所發表 Bright Outlook List 製造業部份結果無法分析我國智慧機械產業的現有職務工作，因此，本研究在後續分析中，透過聚焦利用美國 O*NET 發表 Bright Outlook List 中機械製造業相關職業類別進行篩選分析。至於針對技能需求部份，由於美國 O*NET 職業技能多以一般性文書與資料軟體使用為主(如 SAS、Excel 等)，缺乏產業專業工作技能，故本研究技能需求改以對照歐盟 ESCO 所列之專業技能進行分析。除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國智慧機械產業現有職務工作技能提升類型。整體分析內容分述如下：

(一) 挑選美國 Bright Outlook List 中製造業領域的職業類別

美國 Bright Outlook List 內容共有 434 項工作包含美國各業具有發展前景的職業類別，而美國製造業相關職業類別分類共有 172 項，將美國 Bright Outlook List 與美國製造業相關職業類別兩項資料進行交叉比對之後，可得出共有 10 項具有發展前景的製造業相關職業類別，包含維護和維修工作人員(Maintenance and Repair Workers, General)、醫療器械技術員(Medical Appliance Technicians)、戶外動力設備和其他小型發動機機械人員(Outdoor Power Equipment and Other Small Engine Mechanics)、安全和火災報警系統安裝人員(Security and Fire Alarm Systems Installers)、風力發電機組服務技術人員(Wind Turbine Service Technicians)、電腦數控機床程式設計人員(Computer Numerically Controlled Machine Tool Programmers, Metal and Plastic)、牙科實驗室技術員(Dental Laboratory Technicians)、生產工人(Helpers--Production Workers)、眼科實驗室技術人員(Ophthalmic Laboratory Technicians)、及團隊彙編人員(Team Assemblers)等。

由上述所挑選出來的職業類別，由於我國智慧機械與美國製造業之產業發展與範疇有所差異，有多項職業類別並非可歸類於我國機械製造業範疇，即無法針對我國現有職務進行有效地挑選作業。對照我國機械製造業之產業範疇定義，僅有維護和維修工作人員符合本研究所定義智慧機械產業範疇。是故，為能分析我國智慧機械產業現有職務工作未來技能提升的方向，本研究嘗試進一步針對美國機械製造業具成長職業類別進行以下分析。

(二) 挑選美國製造業具成長動能職業類別

由上述美國未來 10 年具成長動能的製造業職業代碼與名單，進一步挑選出與我國製造業發展範疇相關的職業類別，一共有 5 項，主要有 17-2141 機械工程師、11-3031 財務經理、13-1161 市場研究分析師、53-7051 工業用卡車和拖拉機操作員、15-2031 營運研究分析師等。

由於上述第(一)與(二)項所挑選出來的職業類別，經本研究綜合評估，僅有維護和維修工作人員和機械工程師等兩大職業類別可歸類於我國機械製造業。

(三) 評估上述第(二)項內容並與國內職業標準分類進行對照

然而，由上述第(二)項挑選結果尚不足以分析我國智慧機械產業現有職務工作技能提升類型。由此，本研究進一步彙整美國 O*NET 發表 Bright Outlook List 機械製造業相關職業類別且可對照至我國職業標準分類的職業類別，透過國際職業標準分類進行對照，且經本研究主觀歸納後，包含電氣工程技術人員、機電工程技術專家、電子工程技術專家、工業工程技術人員、製造工程師、製造生產技術人員、機械工程技術專家等，詳細內容請見表 5- 9。

表 5- 9　我國機械製造業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表

美國職業類別代碼	美國職業類別名稱	我國職業類別代碼	我國職業類別名稱
17-3029.02	電氣工程技術人員 Electrical Engineering Technologists	3115	機械工程技術員
17-3029.03	機電工程技術專家 Electromechanical Engineering Technologists	3115	機械工程技術員
17-3029.04	電子工程技術專家 Electronics Engineering Technologists	3115	機械工程技術員
17-3029.05	工業工程技術人員 Industrial Engineering Technologists	3115	機械工程技術員
17-2199.04	製造工程師 Manufacturing Engineers	2149	其他工程專業人員
17-3029.09	製造生產技術人員 Manufacturing Production Technicians	3115	機械工程技術員
17-3029.07	機械工程技術專家 Mechanical Engineering Technologists	3115	機械工程技術員

資料來源：O*NET、我國職業標準分類與國際職業標準分類對照表，本研究彙整

此外，考量為能捕捉我國智慧機械產業未來重要人力需求發展方向，仿如新興工作類型分析，本研究除了採用上述美國 O*NET 資料庫外，另外透過 ESCO 資料庫進一步挑選與我國智慧機械產業發展相關的重要發展層面類別進行分析，增列 ICT 系統管理人員、ICT 業務執行經理、市場研究分析人員等三類工作。由此，本研究綜合評估我國智慧機械未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會意見蒐集，提出以下 10 類我國智慧機械產業現有職務技能提升工作類型。

(四) 我國智慧機械產業現有職務工作技能提升類型分析

綜合評估上述結果，針對智慧機械產業現有職務及技能提升需求

部份內容，本研究主要區分為智慧機械產業化及產業智慧機械化兩大部份來分析。表 5- 10 主要描述智慧機械產業化部份，而表 5- 11 主要描述產業智慧機械化部份。

1. 智慧機械產業化

首先，在智慧機械產業化部分，由於智慧機械發展主體是機械產業，故現有技術性相關工作未來仍有一定的人力需求，惟工作內涵與技能需求會有所調整，主要是針對智慧生產線系統的任務與相關技能需求提升。

經本研究盤點後主要工作類別包含製造工程師、生產技術人員及工程技術人員(機械工程技術/電氣工程技術/機電工程技術/工業工程)等。製造工程師主要是設計不同智慧生產線系統類型的生產製造流程，技能需求為系統開發調整能力及相關繪圖軟體技術能力。生產技術人員主要是針對智慧生產線系統的開發/測試生產過程，提供解決方案的技術工作，技能需求主要是安裝智慧生產線系統能力、調整工程設計能力、系統整合操作與例行機械檢查維修技術能力。至於工程技術人員領域相當廣泛，在工作任務上主要針對智慧生產線系統工程相關技術，如智慧生產線系統的開發/測試技術支持工作、負責測試/維護和修理傳感器設備，而未來面對智慧聯網數據系統化、智慧聯網的工程設計調整及後續機械維護檢查測試需求下，工程技術人員主要需具備智慧生產線系統調整工程設計、系統整合操作與例行機械檢查維修技術、智慧製造生產流程規劃/優化/模擬/設計、分析測試數據與機械維護檢查、解決設備故障技術等能力。

表 5- 10 我國智慧機械產業現有職務工作技能提升類型—智慧機械產業化

工作名稱	工作任務	所需技能
製造工程師	設計不同智慧生產線系統類型的生產製造流程	1. 智慧生產支援工具開發能力(如 VR/AR) 2. 運用智慧生產線系統調整工程設計能力 3. 使用繪圖軟體技術能力
製造生產技術人員	針對智慧生產線系統的開發/測試生產過程，提供	1. 安裝智慧生產線系統能力 2. 智慧生產線系統調整工程設計能力 3. 生產過程測試數據分析能力

工作名稱	工作任務	所需技能
	解決方案的技術工作	4. 系統整合操作與例行機械檢查維修技術能力
機械工程技術專家	針對智慧生產線系統運用，提供生產和製造機械技術支持工作	1. 智慧製造生產流程規劃/優化/模擬/設計能力 2. 智慧生產線系統調整工程設計能力 3. 生產過程測試數據分析能力 4. 生產工作流程組件設計能力
電氣工程技術人員	設計/測試/製造/操作電氣設備與設施	1. 智慧生產線系統生產單元及系統整合能力 2. 智慧生產線系統調整工程設計能力 3. 應用焊接技術能力 4. 裝配電子元件技術能力 5. 操作焊接設備技術能力
機電工程技術人員	安裝/測試/監控和維護機電設備與電路系統	1. 智慧生產線系統生產單元及系統整合能力 2. 智慧生產線系統調整工程設計能力 3. 修理、維護機電設備技術能力 4. 監視機器操作/測試儀器技術能力
電子工程技術專家(傳感器)	負責測試/維護和修理傳感器設備	1. 開發智慧生產線系統能力 2. 智慧生產線系統調整工程設計能力 3. 應用焊接技術能力 4. 組裝/測試傳感器技術能力
工業工程技術人員	主要協助工程師進行生產研究、準備機器和設備安裝與提出解決方案等工作	1. 智慧生產線系統生產單元及系統整合能力 2. 智慧生產線系統調整工程設計能力 3. 分析測試數據與機械維護檢查能力 4. 解決設備故障技術能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

2. 產業智慧機械化

產業智慧機械化未來所需的工作類型，主要為帶領各企業朝向數位化及智慧化轉型，新產品開發及新服務模式開發需引入具備用戶體驗數據分析技能相關人才。針對現有工作職類技能提升類型，主要包含 ICT 系統管理人員、ICT 業務執行經理、市場研究分析人員等三類。其一，ICT 系統管理人員主要是負責電腦網絡系統/伺服器/工作站和外圍設備的維護、配置和運行工作，未來技能需求著重於管理/維護 ICT 系統與解決 ICT 系統問題等能力。其二，ICT 業務執行經理主要

針對智慧製造 ICT 系統變更相關業務進行計畫及管理工作，技能需求主要是業務需求分析與業務流程模型建構能力、問題解決能力、提供 ICT 業務諮詢建議方向能力等。最後，針對市場研究分析人員，主要是運用大數據分析能力進而分析消費者回饋數據，以利規劃產品售後服務及回饋方案，在所需技能方面，主要是執行消費者應用 ICT 體驗程序評估，運用大數據分析技能分析需求資料，以利規劃產品售後服務及使用回饋方案。

表 5- 11 我國智慧機械產業現有職務工作技能提升類型—產業智慧機械化

工作名稱	工作任務	所需技能
ICT 系統管理人員	負責電腦網絡系統、伺服器、工作站和外圍設備的維護、配置和運行工作	1. 管理/維護 ICT 系統能力 2. 管理系統安全與測試能力 3. 監視系統性能能力 4. 解決 ICT 系統問題能力
ICT 業務執行經理	執行智慧製造 ICT 系統變更相關業務計畫及管理	1. 業務需求分析與業務流程模型建構能力 2. 針對業務問題提出 ICT 解決方案能力 3. 提供 ICT 業務諮詢建議能力
市場研究分析人員	使用大數據分析能力，分析消費者回饋數據，以利規劃產品售後服務及回饋方案	1. 業務需求分析能力 2. 消費者應用 ICT 體驗程序評估能力 3. 建構消費者體驗解決方案能力 4. 執行 ICT 用戶研究活動能力 5. 衡量客戶回饋程度能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

三、未來可能減少僱用工作類型分析

機械產業為我國具有產業發展利基的重要業別，供應鏈完整且具群聚效益，未來新興科技產業發展運用上，針對生產流程與產品設計上，對於現有專業人員的專業技能需求會有所提升(主要會著重在 ICT 相關能力及供應鏈管理能力)，且工作內容會需要垂直整合與多元化跨領域需求。然基層人員(第一線生產人員、事務支援人力)未來面對 AI 與 Big Data 發展會有一定衝擊，可能會面臨工作機會減少狀況。

依據美國對該產業未來人力預測結果，未來在機械產業人力運用

配置上，針對事務性及重複規律性質工作，會出現僱用工作減少的狀況，如會計處理、辦公室事務人員、行政助理、生產線機械操作員、產品裝配人員、檢查測試取樣人員等。

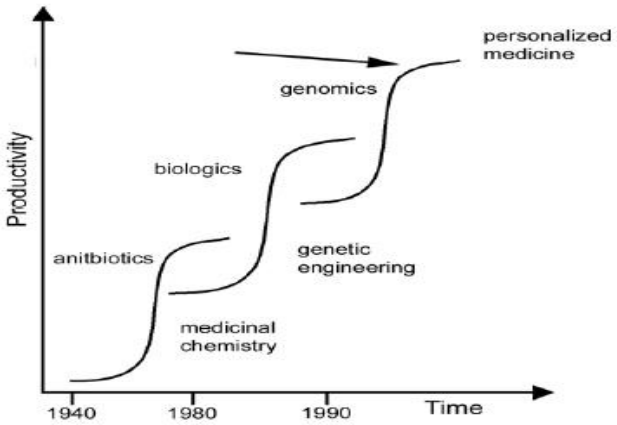
第六章 我國生技醫藥未來工作及技能需求分析

第一節 數位科技趨勢下生技醫藥創新發展模式

一、數位科技應用生技醫藥發展趨勢

生技醫藥產業涵蓋範圍甚廣，如製藥產業、生物技術產業、醫療器材以及診斷領域等，產業運作需要有專業的生物學、資訊工程、工程與材料科學等跨領域人力資本、嚴格的監督與審核流程、多樣的融資機制、及相關實驗所需耗費的沉沒成本與科學風險、嚴格的法規機制等，為一新興跨領域產業。各國的發展政策及人口趨勢變化皆會影響生技醫藥產業的發展，如國際全球化市場型態和人口老齡化趨勢。其中，隨著已開發國家人口老年化趨勢，使得慢性疾病的藥物需求增加；另外，伴隨著全球化的影響，各國貿易流通往來便利，使疾病更易於快速傳播，也導致流行性疾病藥物的需求。

生技醫藥產業發展歷經 3 次重要技術轉變 (如圖 6- 1)，60-70 年代藥物化學範例開創抗生素的黃金時代，推出數百種的新型抗生素；後至 80 年代，基因工程技術的出現，使得分子生物學技術快速進步，帶來如 Genentech 公司所製造的基因重組藥物靜脈血栓溶解劑及 Amgen 公司所製造的紅血球生成素，乃至於 21 世紀初所興起的單株抗體治療藥物。而後隨著跨國與跨學科的國際人類基因組計畫 (HGP) 草案發表，顯示生醫產業開始展開基因計畫研究。展望未來，生技醫藥產業將由急性護理藥物轉為預測性、預防性及個人化醫療時代。



資料來源：Kellogg Center for Biotechnology (2006)

圖 6- 1　生醫產業演進過程

生技醫藥現今國際發展趨勢與科技應用層面分析，主要有七大面向，彙整如下：

(一) 精準醫療

精準醫療 (Precision Medicine)，亦稱為個人化醫療。過去傳統醫療主要透過病患描述症狀及透過醫師經驗，輔以常規的檢查加以判斷疾病種類，相同疾病皆採用相同的治療方式。參照吳靜芳、王柏豪(2015)以及葉席吟 (2016)相關文獻中指出，精準醫療除傳統常規的檢查方式外，並加上生物醫學檢測(如基因檢測、蛋白質檢測、代謝檢測等)，同時藉由個人資料如性別、身高、體重、家族病史，甚至於生活習慣等，透過人體基因資料庫進行比對及分析，投入適合個別病患的治療方式與藥物。

各國於精準醫療相關發展政策方向各有不同，目前大多在進行資料蒐集、建構資料庫與基因檢測等。如 2015 年美國提出「精準醫療倡議 (Precision Medicine Initiatives, PMI)」，希望透過精準醫療的發展加速國內生物醫學的進步，並於 2016 年提出「癌症登月計畫 (Cancer Moonshot)」，透過與臺灣、加拿大、中國大陸、德國、瑞士、日本、南韓等 7 國合作，大規模蒐集檢體進行癌症研究治療。另英國自 2013 年推行為期 4 年的「十萬基因體計畫」，透過記錄國內 10 萬名病人的基因組進行檢測，將其研究成果整合進英國公共醫療體系，並於 2015 年在國內成立「精準醫療推進器」。而中國大陸發展則是將精準醫療納入國家十三五計畫，預計至 2030 年將投入 600 億人民幣規劃相關內容。我國目前中央研究院所建置的「臺灣人體生物資料庫 (Taiwan Biobank)」，主要為結合基因與其他醫學資訊，針對本土常見疾病進行大規模的世代研究與病例對照研究。透過建置我國的生物資料庫，幫助釐清國人常見疾病之致病因子，並避免過去研究於探討基因與環境交互作用之限制，進而開發適合華人疾病治療方法。

(二) 生物相似性藥品 (大分子製藥)

除精準醫療發展外，有關生物相似性藥品亦為近期生醫產業發展趨勢。生物相似性藥品不同於小分子藥物 (俗稱學名藥)，而是利用化學合成方式取得類似原本分子的結構，為大分子的複雜結構藥物。近年因為多數生技藥品陸續受專利保護期限已滿，使全球生物相似性藥

品市場帶來眾多商機，而各國政府與醫療組織為降低日益龐大的醫療支出，也對於生物相似性藥品的接受度與使用量漸漸提高。

生物相似性藥品的上市需有完整的臨床一期與三期試驗以證明其安全與效能。自 2004 年起歐盟開始擬定生物相似性藥品規範，並於 2006 年核准第一個生物相似藥品上市；美國則至 2010 年 3 月通過醫療改革案「病患保護與平價醫療法案」，其中生物藥品價格競爭與創新法案 (BPCIA) 已明確定義生物相似藥品審查流程，該法案給予美國食品藥品管理局 (FDA) 新的權利審查生物相似性藥品，並須發許可證和執行上市後監控。至 2016 年為止，全球就生物相似性藥品有明確規範的國家包含澳洲、臺灣、馬來西亞、日本、南韓、加拿大、巴西、沙烏地阿拉伯、阿根廷、印度、南非、奈及利亞、約旦與中國等。

(三) 免疫療法

免疫療法 (Immunotherapy)的出現為癌症治療帶來新的突破技術，免疫療法指透過強化自身免疫系統或是由外加賦予免疫能力的方式，加以進行疾病預防與治療，優點在於免疫系統對於特定疾病具有高專一性、高效率以及持久性治療等特性。

過去癌症治療方式常用手術、化學治療、放射治療以及標靶治療四種方式，而免疫療法為目前治療癌症的第五種方式。癌症免疫治療可分為被動免疫與主動免疫兩大種類，被動免疫為將對抗某特定癌症的抗體直接注射進入患者體內，壓制癌細胞的轉移，或是對於癌細胞產生毒殺作用以達到治療效果，此類產品為目前新藥開發的主流，同時也促進著生物相似性藥品產業的成長。有別於被動免疫，主動免疫的機制是透過利用腫瘤碎片、合成胜肽藥物或是過繼性免疫治療的方法引起患者本身免疫力來殲滅癌細胞，又稱為癌症疫苗。

雖然免疫療法為癌症治療建立新的里程碑，且在臨床成功案例上，其治療效果亦相當良好，但免疫療法並非所有癌症患者皆適合使用，且並非所有人皆對免疫療法出現反應，加上目前治療費用相對昂貴，對於使用免疫療法的病患也帶來相當大的負擔。同時，各種癌症特性不同，治療方式也不一樣，若能搭配精準治療找出個人最適合的治療方式，才能有效對抗癌細胞。

(四) 遠距照護與行動智慧醫療

隨著大數據以及物聯網的持續發展，加上行動通訊技術的普及，及慢性病患者長期監測需求的增加，整體醫療照護逐漸往遠距照護與行動智慧醫療的趨勢轉型，也開始帶動具醫療功能的穿戴式裝置發展。

1. 依據孫智麗(2015)指出，遠距照護根據美國健康資源與服務管理局(Health Resources and Services Administration, HRSA)的定義，是指在電子資訊與遠端通訊技術架構下支援長遠距離的臨床健康照護，提供專業的健康教育、公共衛生和健康管理。而根據世界衛生組織的定義，遠距醫療即為使用互動式視訊及資訊通訊技術，進行包括診斷、治療及諮詢等醫療照護行為，以及衛生教育與醫療資訊的傳遞。遠距照護系統技術結合電腦、通訊技術與醫事人員的專業知識，並讓醫療行為跨越地域限制，節省病患的時間與金錢，能夠更有效的運用醫院資源。
2. 行動醫療部分，目前行動醫療產品多半是以診斷與監測用醫療器材為主，如可測量心跳、心電圖、運動量、脂肪燃燒率、睡眠品質的穿戴式裝置及相關 App 雲端服務程式。就個人而言，可透過穿戴式裝置的測量數據，進行自主照護或就醫時能提供更精準與完整的病況。而就醫院與醫護人員而言，則可隨時蒐集、追蹤病人的病況數據資訊，也可經由相關數據分析提早發現異常狀況，對病人發出警訊。

(五) 3D 列印技術

3D 列印技術隨著近幾年技術漸漸成熟，其製作成本已大幅降低，目前應用領域包含航太、醫療、娛樂與玩具市場等，其中以醫療領域而言，醫療設備製造已普遍採用 3D 列印技術製造相關器材，包含如牙齒與骨頭等身體彌補物製造。

而隨 3D 列印技術不斷創新與發展，美國 FDA 於 2017 年公告「3D 列印產品指引」報告，針對 3D 列印設備設計、功能、產品耐久性測試及品質要求等，建立具安全與品質之管理框架，也可顯見國外對於 3D 列印產品之重視。而我國衛生福利部亦於 2018 年 1 月公告「積層製造 (3D 列印) 醫療器材管理指引」，針對 3D 列印醫療器材之軟體

工作流程、品質與製造管控及最終成品測試等部分，提出特別需考量之處，提供產業界作為產品研發、製造及申請查驗登記所需檢附資料之參考。

(六) 再生醫學

國際上再生醫學的發展是指製作具有功能與生命性之身體器官組織，用於修復或是替換身體內，因老化、生病或受損等不健康的器官與組織。各國於細胞、組織與器官的開發上，多使用幹細胞為基礎進行臨床的運作，透過身體組織所謂多能性幹細胞進行培植。如使用3D 模型進行組織的生成或是透過 3D 列印印製人體的細胞組織。

其他培育方式尚包含透過動物培育人體器官組織的方式，如將人體細胞組織搭配器官模型的方式，移植於老鼠身上培育人體的耳朵。又如美國先進再生製造機構(Advanced Regenerative Manufacturing Institute, ARMI)其主要進行人體組織再生的研究開發，如將人體心臟放置於豬的體內進行培育。

(七) 針對新藥開發領域之人工智慧與大數據分析的應用

隨著人工智慧議題興起，各國針對 AI 於生物技術領域的應用開始廣泛討論，國際上目前已有運用 AI 協助新藥開發的案例。目前隨著各國製藥廠致力於新藥的分析開發，而製藥所需研究的遺傳資訊與蛋白質資料繁多，兩三萬種化合物中能成功進入市場可能僅有一種，藥物開發成功機率極低。如何透過新興科技快速處理分析相關資訊，讓新藥製造更有效率，將加速提升未來製藥領域的競爭力。

如美國 Pfizer 公司採用 IBM 的 AI 軟體「Watson for Drug Discovery」加速公司內部腫瘤免疫的研究。而以色列 Teva 公司則是透過機器學習演算技術，支援公司內部藥物再利用的工作。韓國針對新藥開發的科技應用相當積極，除透過設立「第四次工業革命委員會」，負責監督 AI 與生物醫療技術未來技術轉型的發展；韓國製藥與生物製藥商協會 (KPBMA) 於 2017 年 7 月底開始籌組新的藥物開發中心[20]，主要透過 AI 人工智慧運算技術協助國內新藥物的開發，並於新藥候選藥物篩選過程中，藉由人工智慧與大數據運算協助研究人

[20] KPBMA 現已與國內約 20 名藥物開發商以及政府單位合作，並將與國內所推動的醫療大數據緊密連結。

員確定最有希望的候選藥物，預測藥物的療效與其副作用，協助指導以及優化臨床試驗規劃以建立一個具效率的開發程序。日本製藥商與相關企業 (Fujifilm, Kyowa Hakko Kirin, Chugai Pharmaceutical and Ono Pharmaceutical) 則透過與日本東京大學合作開設博士課程，培養具 AI 與大數據知識的醫藥人員，以彌補醫藥人員於 AI 相關領域知識上的不足。藉由大數據領域的培養，製藥人員可將其運用至遺傳學領域，有效提升製藥的開發與診斷之流程。

(八) 新創生技事業單位發展

根據 Ben Hirschler (2018)於路透社上面指出，美國食品藥品管理局 (FDA) 於 2017 年所通過新藥批准數量共有 46 種新藥，比去年同期增加超過 1 倍，亦為 21 年以來的新高。另歐盟 2017 年則批准 92 種新藥，比前一年成長。然上述新藥產品的批准，世界知名的製藥大廠所占比例不高，目前全球大型製藥公司其內部研發與開發經費的平均報酬率呈現下降，反應出新創生物科技公司其產品份額占全球生物製藥市場比例相對較高且具成長性，這代表新創生技事業單位替新藥產品開發帶來相當大影響。

二、生技醫藥國際發展案例

針對生技醫藥產業現今國際發展的重要案例，藉以初步觀察未來於新興科技發展下生技醫藥產業所需人才與工作技能之變化。

(一) 運用 AI 科技進行藥物研發

針對新藥科技研發，隨著 AI 科技的發展，許多製藥公司皆與 AI 新創公司共同合作，透過 AI 科技平台進行新藥開發，相關案例如英國製藥公司 GlaxoSmithkline 與英國創業公司 Exscientia 簽署 4 千 3 百萬美金藥物發現合作計畫，透過 AI 科技模擬藥物「設計-製造-測試」的快速循環，並透過大數據的分析，讓 Exscientia 能設計新分子，針對特定目標開發藥物。

而日本眼科領域公司 Santen Pharmaceuticals 與 AI 公司 TwoXAR 策略合作，以生物醫藥實際數據篩選藥物，而非透過模型的建置，相關數據包含基因測量、蛋白質作用網絡以及臨床數據等。另外，針對不同於單一目標單一疾病的藥物開發，法國製藥公司 Sanofi 與

Exscientia 合作，透過 AI 發現具雙特異性的小分子，藉以治療糖尿病及其合併症狀。

(二) AI 科技於藥物再利用計畫

不同於新藥之開發，2016 年藥物公司 Sanofi 與 AI 生技公司 Recursion Pharmaceuticals 合作，希望藉由 AI 科技找尋既定藥物於其他疾病的治療可能性，該合作計畫主要由 Sanofi 提供其於臨床的小分子藥物，再由 Recursion 藉由其遺傳疾病資料庫進行篩選，並用機器學習找出最具有潛力的適應症，藉以發現藥物可再利用的相關疾病。

(三) 3D 列印製藥

3D 列印應用於醫療器材領域，2015 年美國食品藥品管理局(FDA)核准藥物公司 Aprecia Pharmaceuticals 運用 3D 列印技術所製造之癲癇用藥 Spritam，讓藥劑內部形成多孔隙的結構，使得高劑量之大藥錠也可快速溶解，多孔快速溶解的特性，也有助於藥廠進行調味。該公司認為，透過 3D 列印製造之特性，將可打破傳統藥錠於大小與劑量的限制，也可透過 3D 列印印製出不同形狀之藥物，讓患者可簡易辨別，藉以發展新興商業模式。

(四) 結合 AI 科技之醫療器材

於醫療器材方面，美國醫療科技公司 Medtronic 結合 AI 科技與醫療設備，推出 MiniMed 670G 自動胰島素注射器，該設備建置血糖感應器能每 5 分鐘測量患者血糖，並根據第一型糖尿患者血糖狀況判斷胰島素注射劑量。

另外，美國通用電器子公司 GE Healthcare 採用 NVIDIA 的人工智慧運算平台，推出成像速度倍增的 Revolution Frontier CT 電腦斷層掃描系統，加速處理醫療影響的時間，透過演算法捕捉更精細的細節，除可降低患者輻射照射次數，於肝臟和腎臟病變等檢測方面將提供更好的臨床結果。

而 Philips 公司則於穿戴式設備結合 AI 科技與物聯網，推出患者監測系統 IntelliVue Guardian Solution，該軟體藉由 AI 機器學習特性，將過往臨床病例資料進行運算，預測患者可能發生危及生命之風險與時機。醫師透過患者身上的穿戴式裝置追蹤其生命跡象，並藉由監測

系統預測患者生命跡象之重大變化，即時透過監測系統通知護理相關人員，達成有效預防。

透過上述相關案例之探究，以製藥方面相關國際案例觀察，AI 科技多用以新藥之開發研究，未來可能以數據分析人員需求較高。而於 3D 列印方面，未來如 3D 列印工程師與材料研發人員等，相關職務需求將會較多。另由醫療器材相關國際案例觀察，隨著穿戴式裝置開始發展，未來醫療設備作為監測健康狀況的角色漸為重要，上述個案除透過 AI 科技的技術外，並包含物聯網之技術。醫療器材之製造以工程相關職務較為重要，故未來醫材製造，可能需涵蓋 AI 與物聯網相關工程知識與技術。

第二節 我國生技醫藥發展面臨的挑戰與未來發展

綜觀生技醫藥產業的國際發展趨勢與國際發展案例，本研究嘗試聚焦探討生技醫藥產業的產業範疇與相關定義作一介紹，並探討我國發展生技醫藥所面臨相關挑戰與未來發展方向。

(一) 產業定義與範疇

我國生技醫藥產業主要可區分為應用生技、製藥、醫療器材三大領域，惟應用生技領域所跨產業範圍與技術甚廣，含食品、農業與技術服務等，較難以清楚劃分其技術領域。因此，本研究後續主要聚焦於製藥與醫療器材兩大領域上，而於我國生技醫藥產業整體介紹，初步仍以三大產業綜整觀之，惟後續於職務與技能探討上，將著重於製藥與醫療器材產業方向。我國對於生技醫藥產業相關定義及產業領域，主要內容說明如下：

1. 生技醫藥產業定義

不同國家對生技醫藥產業有不同定義及不同細產業劃分。依照聯合國生物多樣性公約 (CBD) 對生物技術的定義，所有應用生物系統、生命有機體或其有關的衍生物，用於特定目的於製造或改善產品與製程的技術，皆可稱之為生物技術。另就經濟合作暨發展組織 (OECD) 對於生物技術定義係指生物科技指對生命有機體以及其產品與模型之應用，以改變生物或非生物材料的生產知識、商品與服務。而美國科技評估辦公室 (OTA) 認為，以廣義而言，任何使用生命有機體製造或改善產品，如改善植物或動物生長，或是開發微生物

技術於特定領域運用等，皆可稱為生物技術。而就狹義上之定義僅指新生物技術，係工業製造運用核糖體 DNA(Ribosomal DNA, rDNA)、細胞融合以及新形態生物處理技術者，稱為生物技術。而我國經濟部工業局將生物技術定義為運用分子生物學、細胞生物學、免疫學、基因體學及蛋白質體學等生命科學知識與基因工程、蛋白質工程、細胞工程與組織工程等技術為基礎，進行研發、製造或提升產品品質，以改善人類生活品質的科學技術。

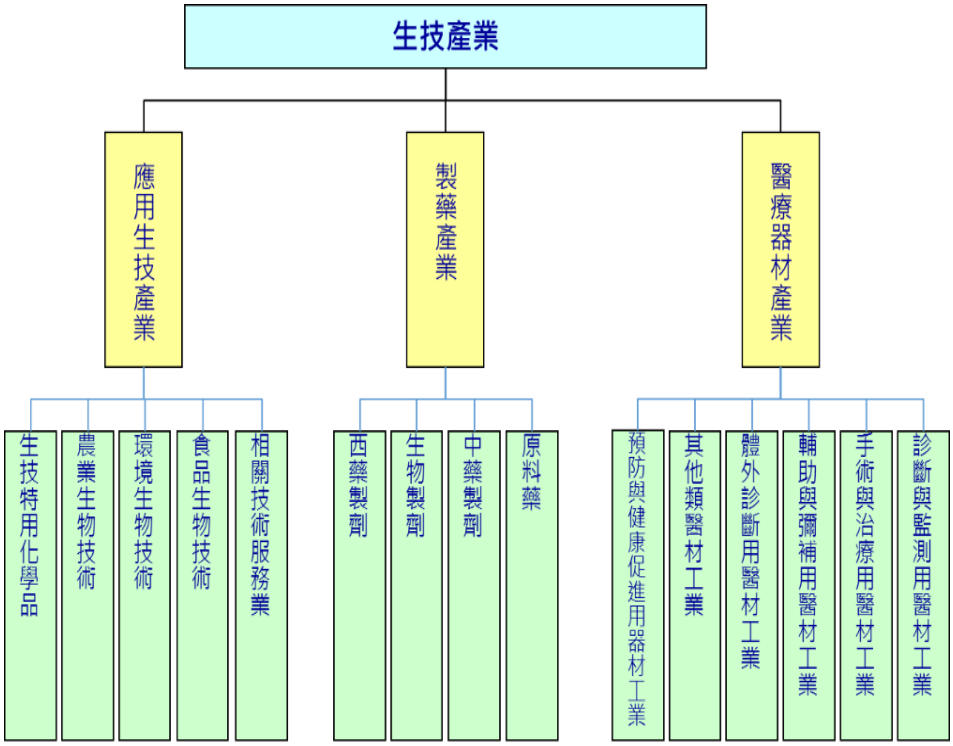
2.生技醫藥產業範疇

生技醫藥產業涵蓋範圍廣泛，本計畫依照生技白皮書定義，國內生醫產業主要可分為應用生技、製藥、醫療器材三大領域 (如圖 6-2)。此外，研究也參考財團法人生物技術開發中心所公布之應用生技產業年鑑與醫藥產業年鑑，以及財團法人工業技術研究院所公布之醫療器材產業年鑑，針對各個產業範疇所區分之細項作一整理說明。

首先，就應用生技產業而言，包含生技特用化學品，如生技化妝品、工業用酵素、天然香料與生體高分子等。農業生物技術泛指應用於農業產品及其生產過程中細胞、分子或基因工程的生物技術，提升農作物或禽畜產品的經濟價值。環境生物技術則指用於除污、淨化以及再利用，藉以提升人類居住品質，增進生態環境系統的復育能力，相關產品如環境用微生物製劑、生物可分解性材料以及生質能源等。食品生物技術如補充營養或調節身體機能之營養保健品。相關技術服務業指以合約為基礎，提供專業知識、技術或設備等服務。

製藥產業的原料藥指經由化學合成或生物技術過程製造所得之產品。西藥製劑則以原藥料加工調製，製成一定劑型或劑量之藥品，通常以小分子藥品為主。生物製劑則是以生物為來源或利用新生物技術所開發的產品，用以治療或預防人類疾病。中藥製劑則是以具療效之動植物產品製成丸、散、膏或丹等藥方，用於治療疾病或預防保健之用。

醫療器材產業中，預防與健康促進用器材如健身器材或按摩器具等設備。其他類醫材則指手術燈、消毒器、導管或注射器等醫用耗材。體外診斷用醫材指藉由取出人體血液或尿液為檢體，於人體外進行檢測與分析，包含血糖計與生化分析儀等。輔助與彌補用醫材則如失能人士用車、眼鏡或義肢等功能輔助用器材，以及牙科與骨科等身體彌補用產品。手術與治療用醫材則包含雷射治療設備、洗腎器材以及動力手術器具等手術與治療類產品。診斷與監測用醫材如體溫計與血壓計等生理監測器材，以及 X 光機、超音波與核磁共振等醫學影像設備等。



資料來源：經濟部工業局，2017 年生技產業白皮書

圖 6- 2　我國生技醫藥產業範疇

(二) 未來產業發展的挑戰

我國雖具備良好的生技研發基礎，然國內各單位的整合未臻成熟，且國內生技公司多為中小型企業，缺乏具主導型的旗艦公司，開發產品亦多以內銷為主，缺乏國際市場的行銷通路。另外於原物料方面，多數原物料多來自國外，品質不易掌控，價格亦常有大幅波動，增加廠商營運的風險。其他如專利智財保護上，我國對於學研界研發

之專案，於智財保護上相對不周。而各國對於醫療相關產品管理要求日益增加與嚴謹，我國於法規相關人才之培育亦有待加強。而於創新研發方面，我國廠商與醫師之間臨床互動不足，導致創新產品的產出能力較低，且國內跨領域之人才也相對缺乏。

我國生技醫藥未來產業發展的挑戰，考量目前亞洲國家新藥上市數量已有顯著增加，目前國際競爭對手眾多，加上各國廠商皆積極爭取生技人才，我國於留才與攬才之措施相對不足，尤其於具備國際經營管理與市場布局經驗之高階人才相對缺乏。總而言之，我國未來於生技醫藥發展上所面臨之困境與挑戰，尤以人才培育方面更具迫切性，生技醫藥產業更需具備良好溝通能力之人才，協助廠商與醫師或研究員與工程師之間之溝通，確保產品開發皆為客戶所需，讓不同領域之思維能整合溝通。另外法規與專利保護也為該產業所需之重點人才，我國需極力培育相關跨領域之人才，協助我國產業之發展。

二、我國生技醫藥政策推動規劃方向與未來發展情境

依據我國生技醫藥產業探討範疇與未來挑戰方向，我國生技醫藥產業為 5+2 產業之一，屬於重要產業發展方向，是故針對政策推動規劃與未來發展進行說明。

(一) 主要政策推動方向與內涵

早於 1982 年行政院即將生物技術列為八大重點科技之一，但因生技產業的特性與其他產業不同，所跨領域與專業知識甚廣。鑑於生技產業發展業務分由不同部會負責，為能整合政府資源與落實部會分工，行政院於 1995 年核定「加強生物技術產業推動方案」，除建構我國生技研發環境與體系之外，同時訂定我國生技發展項目，使我國生醫產業發展逐步成熟。

其後於 2009 年行政院另核定「臺灣生技起飛鑽石行動方案」，其核心在於提升法人研發機構於生技醫藥產業商業化能量，強化藥品轉譯研究技術與醫療器材雛型品的開發；同時，搭配生技創投基金吸引資金挹注生技產業，並輔以整合育成機制提供生技產業發展各階段所需服務，搭配製藥研發及醫療器材發展為主的生技園區，結合地區產業及學研機構能量，帶動生技產業聚落成型。

「臺灣生技起飛鑽石行動方案」執行至 2012 年以來，於我國生技研發能量、法規環境及整合育成機制等基礎發展環境已略具成效。而後續為研擬產業推動策略以及部會分工之調整，遂將臺灣生技起飛鑽石行動方案修正名稱為「臺灣生技產業起飛行動方案」，除持續發展前開方案之基礎建設，並新增生技產業人才培訓、推動具知識型經濟特質的醫療管理服務輸出，以及依照生技產業個別屬性將推動措施更細緻化。

而近年為因應全球產業發展趨勢，2016 年行政院更核定「生醫產業創新推動方案」，以「連結未來、連結國際、連結在地」為主軸，期許將我國打造成為亞太生醫研發產業重鎮。

生醫產業創新推動方案為 105 年 11 月由行政院所通過之規劃內容，以「連結未來、連結國際、連結在地」為三大發展主軸，提出「完善生態體系、整合創新聚落、連結國際市場資源、推動特色重點產業」四大行動方案，期許至 2020 年開發 10 項新藥、40 項高值醫材在國際上市，產值與外銷達新臺幣 6,500 億元；2025 年開發 20 項新藥、80 項高值醫材於國際上市，帶動我國藥品、醫材與健康福祉產值呈現突破性成長，達成「百大產品、兆元產業」的目標。(如圖 6- 3)。

資料來源：科技部(2017)，十大產業創新研發計畫-「生醫產業創新推動方案」

圖 6- 3　我國生技醫藥產業政策發展推動方向

各行動方案其主要內容介紹如下：

1. 完善生態體系：強化人才、資金、智財、法規、資源、選題六大構面，提升生醫產業創新效能
2. 整合創新聚落：串接從北到南的特色聚落成為生技廊帶。包括串聯醫療與區域產業的「南港新藥研發聚落」、結合學研及產業的「新竹生醫創新醫材聚落」、搭配中南部產業優勢(精密機械、植入式醫材、PIC/S 藥廠等)發展的「特色醫材聚落」，以及發展利基藥品促成傳統製藥廠升級之「學名藥特色聚落」
3. 連結國際市場資源：發揮臺灣特點、推動購併與策略聯盟，運用購併基金及聯貸等機制，購併優質潛力中小型國際藥廠、醫材廠、通路或服務營運商等開拓國際市場。另外，以現代化的蚊媒傳染病防疫策略為外交合作基礎，架構臺灣公衛醫療南進政策發展，亦為推動方向之一
4. 推動特色重點產業：「發展利基精準醫學」、「發展國際級特色診所聚落」及「推動健康福祉產業」三項特色重點產業。

資料來源：行政院科技會報辦公室(2017)，5+2 產業創新計畫-生技醫藥執行進度及滾動檢討

圖 6- 4　生醫產業創新推動方案之法規調整方向

生醫產業創新推動方案於建置完善生醫產業體系中，其中一環則是就生醫產業相關法規的鬆綁，包含《生技新藥發展條例》、《科學技術基本法》以及《藥事法》的修正。另外，也將制定《醫材專法》與《國家藥物審查中心設置條例》，以及健保核價機制的調整(如圖 6-4)。於生技新藥發展條例修正上，目前已完成放寬高風險醫材認定範圍，並新增鼓勵新興且具策略性發展方向之生技醫藥項目，包括精準醫療、基因治療、細胞治療與第四類(paragraph IV)學名藥品。而在健保核價方面，2017 年 2 月公布「藥物給付項目及支付標準」第 17 條修正，若於我國為國際間第一個上市，且具臨床價值之新藥，將給予較優惠的健保核價機制。除法規改革外，「生醫產業創新方案執行中心」已於 2017 年 1 月在新竹生醫園區正式成立。該中心運作透過「國家生醫創新發展會」(Biomedical Development Board，BDB)架設一個平台，邀請國際專家和產業界的先進，共同推動藥品、醫材及智慧醫療的創新與發展，而非透過政府主導運作。生醫產業創新推動方案執行中心之定位在於加速生醫產業創新推動方案整體之推動，落實整合資源之效能，發揮專案管理、政府智庫之角色而設置。其任務在於：

1. 整合資源：協調推動生醫產業創新發展及整合，以促進方案推動之效能。包含選題、研發資源、廊帶串連協調等
2. 國際合作：加強國際鏈結，引介國際資源。包含招商引資、連結全球創新國家之人才、技術、資金及市場等事項
3. 新創育成：專案管理、專利技轉、諮詢輔導、育成、行銷、協助生醫產業國際趨勢及創新創業政策資料蒐集及研究等事項

此外，生醫產業創新推動方案執行中心旗下藥品商品化中心(Drug Commercialization Center, DCC)亦於 2017 年 4 月正式開始運作，主要任務為針對學研界及產業界在藥物發展及商品化的過程中可能遭遇到的各項問題或瓶頸，提供整合性的資源。業務範圍並涵蓋選題、智財、技術商業化、國際合作、新創育成，以及知識擴散與人才培育等六大面向，由專業和經驗均相當豐富的原生技醫藥國家型科技計畫產業化推動辦公室與超級育成整合中心新藥部門共同執行。未來

期可全面性補足學研界以及產業界缺乏的能量或資源，加速我國藥物研究及技術商品化的發展。

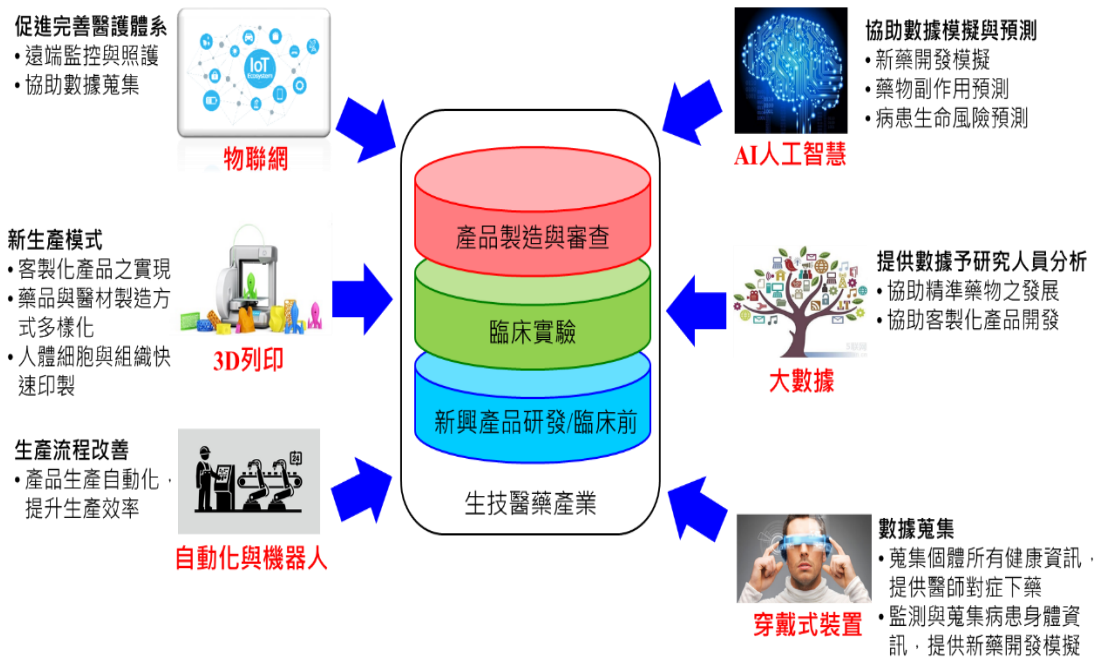
(二) 未來科技應用推動發展方向

生技醫藥產業未來發展方向，除過去自動化生產為產品的生產流程帶來改善與優化之外，目前隨著 AI 科技、物聯網、3D 列印以及穿戴式設備的發展，勢必對生技醫藥產業帶來衝擊與變革(如圖 6- 5)。前述相關科技於生醫產業中皆有其關連性，如 AI 人工智慧需有相關數據才能讓其進行模擬與預測分析，相關數據來源除實際臨床資料外，亦可透過物聯網與穿戴式裝置蒐集提供，並將此數據分門別類，整理出有用的數據提供予 AI 人工智慧學習。

前述新興科技未來於生技醫藥產業所帶來影響，透過物聯網與穿戴式裝置等醫療器材之開發，相關設備可運用於患者健康情形之監測或蒐集個體之健康資訊。研究人員可將前述相關醫學數據集合形成大數據資料，透過 AI 人工智慧機器學習與演算法之特性，協助數據分析人員進行新藥開發模擬、藥物副作用預測，亦或是醫師可藉由 AI 預測病患生命風險之時機，提早進行預防。

而在機器人與自動化時代，主要可解決部分產業勞力短缺之問題，亦可讓員工釋出重覆性高之工作，轉而投入其他高附加價值之工作。此外，自動化時代主要於協助醫藥產品與設備製造流程改善，提升生產效率，協助製造端之發展。

另外，3D 列印技術普及，讓醫療器材產品能夠更客製化生產，如骨頭與牙齒等身體彌補物，每個個體所符合之產品形態與樣貌皆有所差異，透過 3D 列印技術可快速調整產品形態加以印製。除於醫療器材之製造上，透過國際相關案例，3D 列印應用於藥品之製造，可改變其結構形態，如多孔隙之形態可讓藥品快速溶解於水中，協助吞嚥困難之老年人。透過 3D 列印技術亦可達到快速調味改善藥物之氣味，以及印製不同形狀藥物，讓民眾可簡易分辨。



資料來源：本研究彙整

圖 6- 5　我國生技醫藥產業未來面對科技趨勢之影響層面

第三節 我國生技醫藥現今工作及技能需求分析

一、現今生技醫藥產業職能基準內容

本研究彙整經濟部工業局「經濟部產業人才能力鑑定推動網」以及勞動部「職能發展應用平台」所調查彙整之各職業職能基準資料，我國生技醫藥產業現有職能需求分析(如表 6- 1)。

以研發主管而言，其職責在於管理與監督團隊，並需掌握生技產業趨勢以規劃研發方向，同時也需整合公司內部資源與管控研發成本。而其所需之技能需求則如專案執行、決策分析能力、管理研發人員能力、掌握產品趨勢與研發方向，以及新產品研發能力等。

研發人員方面，生物技術研發人員，主要任務在於蒐集與分析研發標的之專利與技術相關資料，並且設計規劃與執行實驗。其所需技能則包含細胞分子生物技術與組織工程知識、生技產品研發流程了解能力、專利與技術蒐集及分析能力，以及研究計畫規劃撰寫與實驗設技執行。

配方與劑型研究人員方面，則需擬定產品開發計畫與分析方法，並管控關鍵性製程。相關職能包含資料蒐集與分析能力、產品判讀能

力、市場評估與技術實現評估能力、專利資訊檢索與評估能力、劑型或配方設計、改良與製作能力以及數據解讀與製程改善能力等。

臨床監測人員則需負責臨床試驗品質之確認、進度監控及臨床試驗整體事務協調。其所需能力主要以醫藥相關領域知識、良好人際關係及溝通能力以及英語讀寫能力及基本溝通能力。

醫療電子器材研發工程師則需依據臨床與法規要求，設計開發醫療電子器材，同時需瞭解醫療器材法規、產品相關標準以及各國驗證標準，並蒐集目標市場產品資訊，加以訂定產品開發或改良目標。相關技能如專利智財檢索與分析能力、醫療器材可製造性、可用性分析、風險評估分析，以及程式語言軟體撰寫與驗證能力等。

品質保證人員負責品質系統之建立與維護，並就品質問題之研究探討與提供預防矯正之措施，並執行驗證與確效工作。所需專業能力如統計分析能力、生技法規相關知識、品質系統建立、執行與維護能力、確效技術與執行能力、工安衛相關基本知識以及製程相關知識。

資料處理人員主要負責臨床試驗之資料蒐集、檢誤及整理輸出相關工作，如設計個案報告表、電子資料庫與輸入臨床試驗相關資料等。所需能力包含清楚的邏輯概念及程式編寫能力、電子資料庫製作能力、臨床試驗產業相關認識、SAS 軟體操作能力、英語讀寫能力及基本溝通能力等。

法規、智財與專利相關人員方面，法規研究人員主要在於生技相關法規之蒐集、整理與分析，並於生技產品上市時準備相關資料與申請，以及提供公司生技產業相關法規之運用、諮詢及解釋。所需專業能力含生技產品相關管理法規之運用及解釋之專業能力與產品外之生技產業其他相關之管理法規知識等。

智慧財產權與專利工程人員則就專利相關實務、智慧財產權管理規劃、專利文件研讀、分析與撰寫，並負責專利布局及專利應用。所需專業能力如生技產業技術相關知識、智慧財產權與專利基本知識、閱讀產業分析報告能力、專利檢索與分析之能力、專利佈局知識、專利申請及維護與專利應用知識以及專利撰寫能力等。

另有關市場行銷與分析相關職業，行銷策略規劃與執行人員運用有效的行銷工具與方法，規劃與執行公司整體行銷策略，並掌握市場

現況。所需能力如生技相關知識、行銷策略規劃能力、產業資訊彙集與整合能力、創新能力與溝通能力等。

市場分析人員則蒐集與分析生技產業相關市場資訊、趨勢、競爭者與潛在市場，分析與評估新市場可開發性以及通路開發策略之方向。所需能力含生技產業基本知識、生技產業之市場調查與產業分析能力、新市場開發可行性之評估能力、基礎的成本分析能力、風險分析能力以及相關法規知識。

表 6-1　我國生技醫藥產業現今職能基準需求盤點

職能基準名稱	工作內容	職能需求
研發主管	1. 管理研發團隊、領導並監督研發專案進度 2. 掌握生技產業發展趨勢，規劃研發方向 3. 整合公司內部資源，提昇公司研發技術 4. 管控研發成本 5. 異業合作之協調	1. 專案執行能力 2. 專案管理的決策分析能力 3. 研發知識與技術成果管理能力 4. 創新與整合能力 5. 掌握產品研發方向與趨勢能力 6. 研發人員管理能力 7. 技術移轉落實生根之推動能力 8. 新產品研發企劃能力
生物技術研發人員	1. 蒐集並分析研發標的之專利/技術相關資料 2. 設計規劃並執行實驗 3. 蒐集及評估新技術方法及輔助工具或產品	1. 細胞分子生物技術與組織工程知識 2. 生技產品研發流程了解力 3. 專利/技術蒐集及分析能力 4. 研發計劃規劃/撰寫能力 5. 實驗設計和執行能力 6. 解決實驗問題的能力 7. 論文發表及表達能力
配方/劑型研究人員	1. 擬訂研究開發計畫 2. 開發分析方法 3. 開發及改良劑型 4. 評估關鍵性製程的管控	1. 資料蒐集與分析能力 2. 產品判讀能力 3. 市場評估與技術實現評估能力

職能基準名稱	工作內容	職能需求
		4. 專利資訊檢索與評估能力 5. 劑型/配方設計、改良與製作能力 6. 數據解讀與製程改善能力
臨床監測人員	1. 確認臨床試驗原始資料 2. 確認 GCP、計劃書及相關法規順從性 3. 掌控及報告臨床試驗進度 4. 通報嚴重不良事件 5. 協調臨床試驗之相關行政事務	1. 醫藥相關領域知識 2. 良好人際關係及溝通能力 3. 英語讀寫能力及基本溝通能力
醫療電子器材研發工程師	1. 依據臨床與法規要求，設計開發醫療電子器材 2. 瞭解醫療器材法規、產品相關標準以及各國驗證標準 3. 蒐集目標市場產品資訊，以及訂定產品開發/改良目標 4. 訂定安全性與功效性評估標準，以及風險評估 5. 系統與模組設計，確認產品設計規格、計畫與流程等	1. 專利智財檢索與分析能力 2. 醫療器材可製造性、可用性與風險分析 3. 程式語言軟體撰寫與驗證能力 4. 臨床實驗設計 5. 品管技巧
品質保證人員	1. 建立與維護品質系統 2. 審查與管理品質相關文件 3. 研究與探討製程偏差與不符合產品規範 4. 執行與品質有關的預防與矯正措施 5. 執行驗證/確效(設備、製程、分析、清潔、電腦等)工作	1. 統計分析能力 2. 生技法規相關知識 3. 品質系統的建立、執行與維護能力 4. 確效的技術與執行能力 5. 工安衛相關基本知識 6. 製程相關知識

職能基準名稱	工作內容	職能需求
	6. 處理與品質有關的客戶怨訴	
資料處理人員	1. 設計個案報告表 2. 設計電子資料庫 3. 輸入臨床試驗相關資料 4. 負責資料確效認定 5. 檢誤個案報告表資料並取得改正資料修改電子資料庫 6. 整理受試者列表資料	1. 清楚的邏輯概念及程式編寫能力 2. 電子資料庫製作能力 3. 臨床試驗產業相關認識 4. SAS 軟體操作能力 5. 英語讀寫能力及基本溝通能力
法規研究人員	提供公司生技產品相關管理法規之運用、諮詢及解釋	1. 生技產品相關管理法規之運用及解釋之專業能力 2. 產品外之生技產業其他相關之管理法規知識
智慧財產權與專利工程人員	1. 協助研擬研發計畫之專利分析及佈局 2. 監控新 prior art 提供給 R&D 3. 協助研發人員在研發過程中找到可申請專利的空間 4. 申請專利(全面考量申請策略)以及相關專利應用	1. 生技產業技術相關知識 2. 智慧財產權與專利基本知識 3. 閱讀產業分析報告能力 4. 專利檢索與分析之能力 5. 專利佈局知識 6. 專利申請及維護與專利應用知識 7. 專利撰寫能力
行銷策略規劃與執行人員	規劃與執行公司整體行銷策略，並掌握市場現況	1. 生技相關知識 2. 行銷策略規劃能力 3. 產業資訊彙集與整合能力 4. 創新能力 5. 溝通能力
市場分析人員	1. 分析生技產業市場與產品趨勢 2. 分析與評估新市場可開	1. 生技產業基本知識 2. 生技產業之市場調查與產業分析能力

職能基準名稱	工作內容	職能需求
	發性 3. 研究與分析競爭者，訂定市場、通路開發策略方向參考	3. 新市場開發可行性評估能力 4. 基礎的成本分析能力 5. 風險分析能力 6. 相關法規知識

資料來源：經濟部產業人才能力鑑定推動網、勞動部勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台，本研究彙整

二、現今生技醫藥關鍵職缺與技能需求

生技醫藥為全球重要產業發展趨勢，面對國際企業競合關係，我國生醫產業關鍵技術研發及專利智財保護更顯重要。隨著資通訊技術以及穿戴式裝置的快速發展，目前除一般運動健身與活動追蹤應用外，國內廠商亦投入疾病、睡眠與飲食等生理監測與慢性病照護應用產品開發，相關硬體技術的提升與整合及數據平台的應用與開發技術上，皆有其需求存在；此外，對於未來大數據資料分析的運用，具演算法知識與軟體資訊相關人才，亦為重要人才需求趨勢。

針對我國目前職缺情形，就經濟部工業局所辦理「2017-2019 年重點產業專業人才需求推估調查」，其中針對生技產業專業人才之質性分析整理出 13 項關鍵職缺 (如表 6- 2)，其中包含基礎研究人才、高階研發人才、國際行銷/產品企劃人才、國內行銷/產品企劃人才、品保人才、製程工程師/製造主管、品管人才、技術顧問人才、專案經理、高階經理、法務人才、專利工程師以及查驗登記專員。

該專業人才調查主要依據產業趨勢發展與雇主調查結果所得出，並根據招募難易情形作一區分，其中如高階研發人才、品保人才、技術顧問以及經理級職務皆是被歸類於較難以招募的職業。而新招募員工亦因其本身經驗不足，專業素養不夠，廠商也難以辨識其能力水準，學術界雖有許多生技相關科技，但其經驗與素質與廠商認知間仍存在一定的落差。另外，為因應人口老化問題且市場持續成長下，未來相關產品將會大量開發製造，製程人才將會是未來職缺關鍵之一。而隨著全球化與區域經濟合作影響，熟悉國內外市場的行銷企劃人才需求將會增加，亦需具備計畫專案管理人才針對專案品質給予控管。

針對生技醫藥產業關鍵職缺分析，除了彙整上述經濟部工業局重點產業專業人才需求推估調查，本研究考量「環球生技月刊」為國內

生技醫藥產業職缺重要公布平台來源之一，且生技醫藥職缺多為長期需求，故該職缺資訊在分析我國生技醫藥產業未來重要職缺具有一定重要性。因此，本研究彙整環球生技月刊自 2015 起每月所刊載各大公司職缺情況(如表 6- 3)，因生技醫藥產業並無明確職位名稱分類，各公司所需職務多數性質雖相同，但其所刊載名稱確無一統整，為分析便利性，本研究採我國職業標準分類 10 大類作一區分[21]。就製藥產業與醫療器材產業而言，各產業於專業人才之需求將相當高，針對專業人才分類則大致包含科學家、研究員、副研究員、工程師、品保/品管人員以及法務專員等。另就民意代表、主管及經理人員一類觀察，相關主管階級如專案經理、臨床試驗計畫經理等皆為企業需求較高的職務，又以生物製劑與西藥製劑產業需求最多。而在技術員及助理專業人員方面，則如助理研究員、助理工程師居多，整理結果以生物製劑方面的廠商需求較多。其他如事務支援人員與服務及銷售人員，其所需求人數則相對較少。

表 6- 2　我國生技醫藥產業關鍵職缺與技能需求

關鍵職缺	工作內容	技能需求
基礎研究人才	從事產品之研發測試、開發、設計、整合與驗證實驗操作等工作	1. 技術/產品/配方研究、開發與設計 2. 試驗計畫書規劃與執行 3. 儀器設備操作
高階研發人才	參與產品研發方向之擬定；進行實驗設計、指導及執行與實驗室管理等工作	1. 技術/產品/配方研究、開發與設計 2. 試驗計畫書規劃與執行 3. 創新前瞻技術/產品引進、研究與開發管理
國際行銷/產品企劃人才	負責產品行銷或企劃，將產品或服務推廣至國際	1. 商務行銷/開發 2. 國際行銷合作談判 3. 活動企劃、客戶管理
國內行銷/產品企劃人才	負責產品行銷或企劃，將產品或服務在國內推廣	1. 商務行銷/開發 2. 活動企劃、客戶管理 3. 行銷合作談判
品保人才	確保出廠產品品質、全廠	1. 製造分析檢驗

[21] 10 大類分別為：1. 民意代表、主管及經理人員、2.專業人員、3.技術員及助理專業人員、4. 事務支援人員、5. 服務及銷售工作人員、6. 農、林、漁、牧業生產人員、7. 技藝有關工作人員、8. 機械設備操作及組裝人員、9. 基層技術工及勞力工、0. 軍人

關鍵職缺	工作內容	技能需求
	GMP 作業、內部稽核改善	2. GMP 了解，品質確認 3. 品保文件管理 4. 作業流程規劃及品質控管
製程工程師 / 製造主管	產品生產製造、現場問題解決、GMP 作業	1. 生產製造 2. 製劑製程管理 3. GMP 管理
品管人才	儀器分析、微生物檢驗、產品抽樣、GMP 作業	1. 儀器分析操作能力 2. 微生物檢驗操作 3. 生產製造/製程管理
技術顧問人才	主要從事技術研發事務規劃、指揮、協調及技術諮詢與導入	1. 技術/產品/配方研究與開發 2. 創新前瞻技術/產品引進研究與開發管理 3. 試驗計畫書規劃與執行
專案經理	主要從事達成專案所需研究組織架構、方法、系統及流程，以達成組織目標及發展	1. 創新前瞻技術/產品引進研究與開發管理 2. 商務行銷/開發
高階經理	主要從事代表企業或組織對外交涉、檢視企業或組織之營運及績效，確保達成所訂目標及政策	1. 公司經營管理及國際商務拓展經驗 2. 創新前瞻技術/產品引進、研究與開發管理 3. 國際行銷合作談判
法務人才	主要從事確保工作環境、機器及設備符合政府法規規範與環境衛生及相關法規申請及維護	1. 法規事物處理 2. 專利、查驗登記申請
專利工程師	主要從事專利搜尋分析、撰寫、申請維護與產品技術保護	1. 法規事物處理 2. 專利、查驗登記申請
查驗登記專員	主要從事產品查驗登記資訊蒐集、申請及維護事宜	1. 法規事物處理 2. 專利、查驗登記申請

資料來源：經濟部工業局(2016)，2017-2019 年重點產業專業人才需求推估調查，本研究彙整

表 6-3　環球生技月刊公布職缺資料

產業分類	2015	2016	2017	2018/2	總計
中藥製劑	**2**				**2**
技術員及助理專業人員	2				2
生物製劑	**152**	**144**	**171**	**18**	**485**
民意代表、主管及經理人員	24	38	37	1	100
技術員及助理專業人員	39	38	10	1	88
事務支援人員	1	3	6		10
服務及銷售工作人員		2	1		3
專業人員	88	63	117	16	284
西藥製劑	**72**	**111**	**130**	**10**	**323**
民意代表、主管及經理人員	33	48	28	2	111
技術員及助理專業人員	11	1	26	5	43
事務支援人員			3	1	4
服務及銷售工作人員			1		1
專業人員	28	62	72	2	164
原料藥	**13**	**30**	**39**		**82**
民意代表、主管及經理人員		5	1		6
技術員及助理專業人員			3		3
服務及銷售工作人員			1		1
專業人員	13	25	34		72
醫療器材	**72**	**53**	**52**	**6**	**183**
民意代表、主管及經理人員	6	8	11	4	29
技術員及助理專業人員	2	2	1		5
事務支援人員	1	2	1		4
服務及銷售工作人員	5	4	7		16
專業人員	58	37	32	2	129
總計	**311**	**338**	**392**	**34**	**1075**

資料來源：環球生技月刊，本研究彙整

我國為充沛我國產業升級轉型所需人才，並引導青年投入產業高附加價值的優質工作，經濟部工業局蒐集廣納產業意見，挑選 13 個產業共 56 項優質工作彙編，提供給國內青年認識產業發展及其優質工作內涵並進一步指引青年及早儲備相關工作能力。

由此，本研究另彙整經濟部工業局 2016 年針對國內製造業優質工作 (Good Job) 調查[22]，其中與生技醫藥相關職務則包含有生技產品研發工程師、生技專利工程師、新藥開發研究員與製藥工程師等，請詳見表 6- 4。生技產品研發工程師主要運用生物醫學知識協助團隊產品的引進與開發；生技專利工程師則就公司新發明、新產品、新式商品作專利申請；新藥開發研究員主要進行生技新藥開發，以及分析潛在市場機會與現況；製藥工程師則對新藥研發或改良成果進行量產開發。

表 6- 4　我國生技醫藥產業優質工作

專業人才職缺	工作內容	技能需求
生技產品研發工程師	運用其生物、醫學、保健營養知識設計、開發及評估醫療保健系統與產品。研發人員需與團隊共同從事產品的引進及開發工作，需參與許多不同領域的研究	醫療分析軟體、能夠分析患者和客戶的需求設計或開發相應的藥物或醫療設備
生技專利工程師	協助公司新發明、新產品、新式商品作專利申請，擬詳細說明書，繪製專利圖式及送件，協助公司變更與修改專利。除對專利法規瞭解外，亦需瞭解生技產業的專業技術，以進行專利檢索，確保產品無侵犯既有專利	專利技術新型專利申請、專利申請程序實務與基準、專利分析、專利分類、專利鑑價、業務或通路開發、協助公司打國際官司
新藥開發研究員	主要進行生技新藥開發，並需分析潛在市場機會及現況、蒐集新藥材料並進行配方調配、進行各階段試驗、規劃新藥製程、協調其他工程人員技術支援	新藥產品材料分析、化學分析能力、新藥材料評估測試、新藥開發檢查及檢驗報告結果判讀、新藥開發實驗規劃執行、新藥配製作業
製藥工程師	新藥研發或改良成果進行量產開發，工作包括化學材料分析、製藥評估分析及測試，追蹤及改善試量產的品質管制	儀器分析、製藥化學工程原理、製藥材料評估測試、製藥化學反應工程作業、製藥新技術製程開發、製藥生產製程管制與調配

資料來源：經濟部工業局產業專業人才發展資訊平台

[22]優質工作定義是指「於具發展前景產業中，具有良好職涯發展及一定薪資水準之工作」，協助青年瞭解各產業優質工作的內涵及未來職涯遠景，以助其職業的選擇與職涯的安排。

第四節 我國生技醫藥未來工作及技能需求分析

一、新興工作類型及技能需求分析

本研究透過盤點我國生技醫藥相關職能基準、關鍵職缺及優質工作，藉以了解我國生技醫藥現今發展重要職務需求及職能/技能需求。本研究考量國內生技醫藥產業發展方向與發展特性，針對我國生技醫藥未來新興工作類型進行分析，首先評估美國 O*NET 所發表 New Emerging List 中與生技醫藥產業相關的職業類別[23]，加以對照我國職業標準分類，進一步挑選出美國生技醫藥產業具有發展潛力但我國尚未明列職業類別，視為本研究生技醫藥產業新興工作類別。

除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國生技醫藥產業新興工作類型。整體分析內容分述如下：

(一) 挑選美國未來生技醫藥產業新興職業類別

由美國 O*NET 發表 New Emerging List 中生技醫藥產業相關職業類別，主要包含生化工程師(Biochemical Engineers)、生物資訊科學家(Bioinformatics Scientists)、生物資訊技術工程師(Bioinformatics Technicians)、生物統計學家(Biostatisticians)、臨床資料經理(Clinical Data Managers)、臨床研究協調員(Clinical Research Coordinators)、遺傳學家(Geneticists)、分子細胞生物學家(Molecular and Cellular Biologists)、品管分析師(Quality Control Analysts)、品管系統經理(Quality Control Systems Managers)、監管事務經理(Regulatory Affairs Managers)、法規事務經理(Regulatory Affairs Specialists)、驗證工程師(Validation Engineers)等。

(二) 評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照

由於美國職業標準分類與我國職業標準分類並無直接職業對照表，因此本研究透過國際職業標準分類(ISCO)間接進行上述職業類別我國與美國職業標準分類對照工作。經由對照結果發現，多數 New Emerging List 職業類別無法對照歸類於我國職業標準分類(透過工作

[23] 由於生技醫藥產業為新興產業類別，美國 O*NET 系統針對產業分類沒有特別列出生技產業，故針對我國生技醫藥產業新興工作類型分析沒有考量美國未來 10 年具明顯成長動能的職業類別部份內容。

任務對照)，歸納出僅有生物資訊科學家可對照至我國 2149-03 的生物科學工程師)[24]，且考量生技醫藥產業為新興產業類別，各國在產業發展歷程與產業發展重點會有所不同，由此，為能分析生技醫藥產業新興工作類別，針對上述所挑選職業類別進一步篩選，本研究綜合評估我國生技醫藥未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會的意見蒐集與收斂，綜整出我國生技醫藥產業新興工作類型分析，主要包含生物統計學家、分子生物專家、臨床資料經理、生物醫學工程師、生化工程師、法規事務經理等類。

(三) 我國生技醫藥產業新興工作類別分析

綜合上述評估結果，我國未來生技醫藥產業發展新興工作，主要分為製藥產業和醫療器材產業兩類，彙整結果如表 6- 5 與表 6- 6 所示。[25]

1. 製藥產業

如表 6- 5 內容，生物統計學家、分子生物學家以及臨床資料經理較偏屬於製藥產業，且多屬生技醫藥產業鏈中前端開發之研究人員，未來隨生技醫藥產業持續發展至一定規模，我國職業標準分類可增酌是否擴增生技醫藥產業相關職務。生物統計學家主要開發與應用於研究生命科學的生物統計理論，技能需求主要包含統計分析運用及技術和科學研究協定開發能力。而分子生物專家主要是研究遺傳特徵於分子、生物與人體狀態，藉以評估治療遺傳性疾病患者，技能需求主要是基因檢測、基因數據評估、醫學遺傳學研究等專業能力。臨床資料經理主要運用醫療照護及數據庫管理知識分析臨床數據，在技能需求部份，主要是臨床實驗/資訊系統監督/編碼程序執行及研究相關專業能力。

2. 醫療器材產業

如表 6- 6 內容，醫療器材產業主要有生物醫學工程師及生化工程師兩類，且皆為跨領域工作，需兼具醫學相關知識與工業工程知識。

[24] 針對我國 2149-03 的生物科學工程師職業類別對照，主要是採用勞動部職業類別薪資調查的職業六位碼分類標準。

[25] 考量我國與美國生技醫藥產業發展狀況各有其特殊性，故相關職業需求略有差異。因此針對美國 New Emerging List 中生技醫藥產業相關職業類別與我國生技醫藥產業新興工作類別，會依我國產業發展需求與職務適當性進行職務需求名稱調整。其中，生物資訊科學家對照生物科學工程師、生物資訊技術工程師對照至生物醫學工程師、遺傳學家對照至分子生物專家。

生物醫學工程師主要是針對醫療院所使用的醫療設備進行校正及維護工作或提供採購醫學儀器意見報告，技能需求為瞭解醫學儀器專業知識、工程設計調整能力、生物領域數據蒐集/分析/審查能力等。而生化工程師主要是運用生物/化學與工程相關知識，開發產品、解決材料/系統/流程問題，而所需要技能包含工程設計調整能力、化學測試程序管理、繪圖軟體運用技術等能力。

最後，法規事務經理為製藥產業及醫療器材產業皆所需的工作，是屬生技醫藥產業中重要職務之一，需全面瞭解各國相關生醫產品審查法規與要求，如針對製藥部份，需要瞭解藥物上市相關法規條件與環境，若針對醫材部份，則是必須瞭解醫材產品拓銷至不同市場的相關法規或要求，以利相關產品出口。

表 6-5　我國生技醫藥產業未來新興工作類型—製藥產業

工作名稱	工作任務	所需技能
生物統計學家	開發與應用於研究生命科學的生物統計理論	1. 統計分析運用及技術能力 2. 科學研究協定開發能力
分子生物專家	研究遺傳特徵於分子、生物與人體狀態，藉以評估治療遺傳性疾病患者	1. 決定基因檢測類型能力 2. 基因數據評估能力 3. 遺傳實驗數據解釋能力 4. 實驗室測試能力 5. 醫學遺傳學研究能力
臨床資料經理	運用醫療照護及數據庫管理知識分析臨床數據	1. 醫療保健領域數據蒐集/分析/審查能力 2. 臨床實驗運用能力 3. 臨床研究能力 4. 臨床資訊系統監督能力 5. 臨床編碼程序執行能力
法規事務經理	確保產品與流程符合法規和標準作業程序	1. 熟悉生醫產品相關法規制度與專業知識 2. 針對各國產品審查要求與說明解釋之專業能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

表 6-6　我國生技醫藥產業未來新興工作類型—醫療器材產業

工作名稱	工作任務	所需技能
生物醫學工程師	運用工程學和應用科學的知識和技術解決生物學和醫學領域問題，主要是針對醫療院所使用的醫療設備進行校正及維護工作或提供採購醫學儀器意見報告	1. 瞭解醫學儀器專業知識 2. 工程設計調整能力 3. 生物領域數據蒐集/分析/審查能力

工作名稱	工作任務	所需技能
生化工程師	運用生物/化學與工程相關知識開發產品，解決與動植物、微生物與人類等相關材料/系統/流程問題	1. 工程設計調整能力 2. 化學測試程序管理能力 3. 汙染物樣品測試能力 4. 高效液相色譜技術能力 5. 繪圖軟體運用技術能力
法規事務經理	確保產品與流程符合法規和標準作業程序	1. 熟悉生醫產品相關法規制度與專業知識 2. 針對各國產品審查要求與說明解釋之專業能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

二、現有職務及技能提升需求分析

針對我國生技醫藥產業現有職務工作技能提升類型分析，考量我國生技醫藥業發展目標與領域前提下，根據美國 O*NET 所發表 Bright Outlook List 中針對生技與製藥兩大業別部份，與我國職業標準分類進行比對，藉以歸納出本研究生技醫藥產業現有職務工作技能提升類型。至於針對技能需求部份，由於美國 O*NET 職業技能多以一般性文書與資料軟體使用為主(如 SAS、Excel 等)，缺乏產業專業工作技能，故本研究技能需求改以對照歐盟 ESCO 所列之專業技能進行分析。除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國生技醫藥產業現有職務工作技能提升類型。整體分析內容分述如下：

(一) 挑選美國 Bright Outlook List 中生技醫藥產業領域的職業類別

美國 Bright Outlook List 內容共有 434 項工作包含美國各業具有發展前景的職業類別，而美國針對生技與製藥產業相關職業類別職業分類分別有 64 項及 206 項，將美國 Bright Outlook List 與美國生技與製藥產業相關職業類別兩項資料進行交叉比對後，可得出共有 11 項具有發展前景的生技醫藥產業相關職業類別，包含細胞遺傳學技術人員(Cytogenetic Technologists)、生物統計學家(Biostatisticians)、生物技術員(Biological Technicians)、生物化學家/生物物理學家(Biochemists and Biophysicists)、ICT 工程研究員(Computer and Information Research Scientists)、軟體(應用程式)開發人員(Software Developers, Applications)、臨床資料經理(Clinical Data Managers)、醫材製造工程技術員(Medical Appliance Technicians)、銷售代表(Sales Representatives, Wholesale and Manufacturing, Except Technical and

Scientific Products)、行政主管(First-Line Supervisors of Office and Administrative Support Workers)、及市場行銷經理(Marketing Managers)等。

由上述所挑選出來的職業類別，經過產學研討論會議確認，考量我國生技醫藥產業發展與美國生技醫藥發展規模與需求不盡相同，有多項職業類別並非歸類於我國生技醫藥範疇或我國未來沒有類似職業需求，如銷售代表、行政主管、市場行銷經理、細胞遺傳學技術人員、生物化學家/生物物理學家，本研究在後續分析進行刪除。

(二) 評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照

然而，由於上述第(一)項挑選結果可以發現到有部份職業類別與新興工作類別重複，如生物統計學家和臨床資料經理兩項，本研究進行刪減重複職業類別後，進一步彙整美國 O*NET 發表 Bright Outlook List 中生技與製藥產業之職業類別且可對照至我國職業標準分類的職業類別，透過國際職業標準分類進行對照，且經本研究主觀歸納後，包含生物技術員、ICT 工程研究員、軟體(應用程式)開發人員、醫材製造技術員等，詳細內容請見表 6- 7。

表 6- 7　我國生技醫藥產業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表

美國職業類別代碼	美國職業類別名稱	我國職業類別代碼	我國職業類別名稱
19-4021	生物技術員 Biological Technicians	3141	生命科學技術員
15-1111	ICT 工程研究員 Computer and Information Research Scientists	2511	系統分析及設計師
15-1132	軟體(應用程式)開發人員 Software Developers, Applications	2512	軟體開發及程式設計師
51-9082	醫材製造技術員 Medical Appliance Technicians	3214	醫學及牙科輔具技術員

資料來源：O*NET、我國職業標準分類與國際職業標準分類對照表，本研究彙整

此外，考量為能捕捉我國生技醫藥產業未來重要人力需求發展方向，本研究針對生技醫藥產業既有工作職務技能升級分析，除了採用上述美國 O*NET 資料庫外，挑選出上述 4 項職業類別外，另彙整產

學研座談會討論結果，分別針對製藥產業及醫療器材產業增加未來會有技能提升需求工作類別。

其中，製藥產業考量大數據分析應用快速發展，因此增加數據分析人員與藥物使用數據預測人員；另外，國內製藥資訊規範與技術日新月異，針對製藥工程師亦有一定需求。而針對醫療器材產業而言，考量新材料及 3D 積層製造科技趨勢，因此在醫療器材產業增加醫療器材研發人員與積層製造技術員等兩類工作。

最後，考量生技醫藥產業法規與智財的重要性，因此製藥產業與醫療器材產業皆會有智財工程師需求。由此，本研究綜合評估我國生技醫藥產業未來發展與科技應用狀況，透過產學研座談會的意見蒐集與收斂，進而提出以下我國生技醫藥產業現有工作職務技能提升工作類型。[26]

(三) 我國生技醫藥產業現有職務工作技能提升類型分析

綜合評估上述結果，針對我國未來生技醫藥產業發展趨勢下現有工作技能提升類型分析內容如表 6- 8 主要描述製藥產業部份，而表 6- 9 主要描述醫療器材產業部份。

1. 製藥產業

針對現有職務工作技能提升，製藥產業包含生物科學工程師、生物技術員、數據分析人員、藥物使用數據預測人員、製藥工程師、智財工程師等類。生物科學工程師主要是針對醫藥、生物科技、蛋白質組學、醫療技術等領域進行研究，所需技能包括生物數據蒐集、實驗數據分析、定量研究等相關能力。生物技術員主要針對協助生物學家和醫療學家進行實驗操作及維護實驗室設備和工具，所需技能包括實驗數據分析/數據蒐集/樣品分析等能力。數據分析人員主要針對生物科學數據進行分析、開發、操作與監測，並提出分析結果報告，主要需要生物科學數據探勘與管理分析能力。再者，藥物對於人體使用預測亦為產業發展重要的一環，因此針對藥物使用數據預測人員在工作

[26] 考量我國與美國生技醫藥產業發展狀況各有其特殊性，故相關職業需求略有差異。因此針對美國 Bright Outlook List 中生技醫藥產業相關職業類別與我國生技醫藥產業現有工作類別，會依我國產業發展需求與職務適當性進行職務需求名稱調整。其中，醫材製造技術員對照醫材製造工程師。

任務上主要進行藥物預測效果和適合人體劑量分析，相關技能需主要在於藥理、藥動、藥效測試分析等專業能力。

有關後端藥物生產製造部份，製藥工程師工作內容主要為制定製藥規範與改良新藥流程，因此需要製藥製程設計與製藥生產可行性評估能力。最後，考量智財為製藥產業重要環節，故針對提供智財權相關法令建議意見的專業人員是有所其需求，相關技能需求包含提供法律意見專業知識、財務風險分析能力、專利草案撰寫能力等。

最後，考量智財為製藥產業重要環節，故智財工程師針對提供智財權相關法令建議意見是有所其需求，相關技能需求包含提供法律意見專業知識、財務風險分析能力、專利草案撰寫能力等。

表 6-8　我國生技醫藥產業現有職務工作技能提升類型—製藥產業

工作名稱	工作任務	所需技能
生物科學工程師	主要是運用生物資訊理論與方法，針對醫藥、生物科技、蛋白質組學、醫療技術等領域進行研究	1. 實驗數據分析能力 2. 定量研究能力 3. 生物數據蒐集能力 4. 數據庫管理與維護能力
生物技術員	協助生物學家和醫療學家進行實驗操作及維護實驗室設備和工具	1. 實驗數據分析能力 2. 科學方法應用能力 3. 生物數據蒐集能力 4. 樣品分析能力 5. 實驗測試能力 6. 科學研究能力
數據分析人員	針對生物科學數據進行分析、開發、操作與監測，並提出分析結果報告	1. 生物科學數據探勘能力 2. 生物科學數據管理與分析能力(AI 運用)
藥物使用數據預測人員	主要預測藥物用於人體代謝與吸收反應，及合適劑量分析工作	1. 藥理、藥動、藥效測試分析專業能力 2. 實驗數據蒐集、分析能力(大數據分析運用) 3. 進行化學實驗能力
製藥工程師	制定製藥規範與測試新藥流程，並改善、規劃製藥流程設計與監督製藥品質	1. 生物數據蒐集、分析能力 2. 測試程序開發與數學計算分析能力 3. 製藥製程設計調整能力 4. 製藥生產可行性評估能力

工作名稱	工作任務	所需技能
智財工程師	1. 提供智財權相關法令建議意見 2. 檢查公司產品專利權是否遭受侵犯，或申請相關專利	1. 具備法律適用專業知識 2. 提供法律意見專業知識 3. 財務風險分析能力 4. 專利草案撰寫能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

2. 醫療器材產業

未來透過機器人與自動化設備等，生產作業流程將獲得改善，產品亦可快速製作，相關人才需求需有結合生醫與機械專業。針對現有職務工作技能提升，醫療器材產業包含醫療器材研發人員、積層製造技術員、醫材製造工程師、ICT 工程研究員、軟體(應用程式)開發人員、智財工程師等類。

其中，醫療器材研發人員未來面臨新材料與 3D 列印發展，針對醫療器材產品開發會有新的突破，因此相關工程設計調整與化學樣品及新材料測試能力都相對重要。另外，針對醫療器材的生產製造端，如積層製造技術員、醫材製造工程師、ICT 工程研究員等，主要針對醫療器材的開發、改良，進行相關設計及認證申請與檢驗工作，技能需求則是偏向工程設計調整、材料合規性、定性與定量研究等能力。除了硬體搭配之外，針對軟體開發人員未來在醫療器材硬體升級趨勢下，工作技能上亦有提升的空間，主要負責工作是軟體開發與架構設計，以其能發揮醫療器材硬體功能，在技能需求方面，主要為軟體開發、軟體除錯、提出解決方案等能力。

最後，考量智財為醫療器材產業重要環節，故智財工程師針對提供智財權相關法令建議意見是有所其需求，相關技能需求包含提供法律意見專業知識、財務風險分析能力、專利草案撰寫能力等。

表 6- 9　我國生技醫藥產業現有職務工作技能提升類型—醫療器材產業

工作名稱	工作任務	所需技能
醫療器材研發人員	1. 負責醫療器材產品材料開發 2. 產品開發驗證作業評估及執行 3. 產品標準測試方法建立	1. 工程設計調整能力 2. 材料測試程序開發能力 3. 化學樣品/新材料測試能力 4. 新興材料開發運用能力

工作名稱	工作任務	所需技能
積層製造技術員	依據客戶需求選擇適當 3D 列印設備、製程與材料及產品完整製作後檢測工作	1. 工程設計調整能力 2. 3D 電腦軟體操作能力 3. 繪圖軟體操作能力
醫材製造工程師	開發及改良醫療器材，並負責原料引進、設計規劃、相關認證的申請	1. 工程設計調整能力 2. 確保材料合規性能力 3. 科學研究能力 4. 繪圖軟體操作能力
ICT 工程研究員	醫療器材設備的開發、改良及驗證作業的評估及執行	1. 統計分析技術能力 2. 逆向工程能力 3. 定性與定量研究能力 4. ICT 用戶研究能力 5. 數學分析計算能力
軟體(應用程式)開發人員	1. 負責軟體分析、設計及程式撰寫 2. 軟體架構及模組設計、軟體測試與修改	1. 軟體規格分析能力 2. 流程圖繪製能力 3. 軟體原型開發能力 4. 軟體除錯工作能力 5. 工程項目管理能力 6. 提出 ICT 解決方案能力
智財工程師	1. 提供智財權相關法令建議意見 2. 檢查公司產品專利權是否遭受侵犯，或申請相關專利	1. 具備法律適用專業知識 2. 提供法律意見專業知識 3. 財務風險分析能力 4. 專利草案撰寫能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

三、未來可能減少僱用工作類型分析

針對未來可能減少僱用工作方面分析，研究主要透過美國 O*NET 其預估未來可能衰退的職業別，再將其與生技醫藥產業的職務加以對照。就生技醫藥方面，美國 O*NET 並無衰退的職務別，由於生技醫藥為新興跨領域業別，且相關產品研發製造皆耗時 10 年以上，職務變動程度不大。另產業本身亦正為新興發展階段，該產業又具有高度專業化分工的特性，相對較無相關職務工作減少僱用情形。

第七章 我國綠能科技未來工作及技能需求分析

第一節 數位科技趨勢下綠能科技創新發展模式

一、數位科技應用綠能科技發展趨勢

近年全球氣候變遷異常，各地環境生態與居住環境受到許多負面的衝擊，亦使各國政府皆致力於節能減碳的政策思考，「投資綠能」、「綠色新政」已成為世界各國的主要經濟策略及施政潮流。而於節能減碳的浪潮發展下，新能源技術的應用已成為各國極力投資的方向，進而帶動新興綠色能源產業的發展，目前全球主要綠色能源產業發展趨勢，介紹如下：

(一) 太陽光電

近年太陽光電快速成長，使得全球再生能源市場呈現快速發展的趨勢，也因太陽光電發展日趨成熟，其建置成本也持續下降，2016 年太陽能發電量成長幅度首次超過燃煤發電，位居所有電力燃料之首。國際能源署 (International Energy Agency, IEA) 於 2017 年所發表的報告中指出，於未來 5 年，推估太陽能仍將是全球新增再生能源發電的主力，遠高於風力發電與水力發電，預期到 2022 年時全球太陽能發電總量將達到 740GW。

各國於太陽光電發展態勢上，中國大陸因有其龐大的政策目標，2016 年中國大陸國內新增裝置量達到 74GW，亦為當年太陽光電快速成長的主因之一，中國大陸也是目前太陽光電成長最為快速的國家。而美國目前為全球太陽光電第二大市場，因美國國內多年期的聯邦稅制獎勵、再生能源配置標準與各州對太陽光電的政策支持，使得美國能在再生能源市場成長率維持第二。目前全球太陽光電市場仍主要集中於亞太地區與美洲地區，其餘市場成長力道則相對平緩。

(二) 風力發電

根據全球風能協會(Global Wind Energy Council, GWEC)於 2016 年統計，自 2004 至 2014 年間，全球主要以燃煤發電為主，其次為天然氣發電，而風力發電則為第三個主要發電模式。與其他再生能源相比，風力發電於製程中相對汙染降低，也成為國際發電主流。然目前陸上風力發電已漸趨飽和，各國目前正逐步往離岸風場開發。

針對離岸風力全球發展趨勢，離岸風力目前超過 97%的裝置量主要分布於歐洲地區，包括北海、愛爾蘭海和波羅的海，總計歐洲離岸風力發電累計裝置量達 12,631 MW，主要以英國、丹麥與德國為前三大裝置較多的國家。

目前全球離岸風機與風場正朝向大型化與規模化發展，且成本逐年降低，加上離岸的技術複雜度較高，產品品質要求度也相較於陸域風電嚴苛，國際廠商也開始出現併購風潮，或是以合作、聯盟等不同型態分攤開發成本與風險。

(三) LED 照明光電

LED 照明具備長壽命、小型化、無汞、紫外光比重小、可調光以及低溫發光效率佳等特性，其亦為全球節能減碳的應用方向。根據黃孟嬌 (2017)報告指出，全球目前隨著 LED 元件價格開始下滑，且因技術進步發光效率不斷提升，加上全球節能的發展趨勢帶動下，2017 年全球 LED 照明市場規模達 581 億美元，較 2016 年成長 19%。

近期智能照明系統的發展替 LED 照明產品帶來新的市場，如部分國家已開始進行智慧路燈的裝設，又或者配合個人化需求，進行個人化設計的照明系統設計。智能照明系統透過與感測器結合，形成智慧化系統，並進一步結合運算技術，無線通訊技術與自動控制技術，搭配 LED 具可調光的特性，依據環境與消費者喜好調整控制照明光線，改變未來照明市場的產品與市場樣貌。

(四) 智慧電網

為有效提升電網效率，各國政府如北美、西歐以及東亞國家，近期陸續掀起智慧電網投建熱潮，帶動配電自動化、計量分析、家庭能源管理及其他智慧電網倡議興起。

智慧電網能夠促進安全、有效率及有效控制電力生產及輸送，因此電力控制、計量及監測便成為智慧電網主要組成面向，藉由智慧電網基礎設施將有助偏遠地區有效偵測及平衡連網裝置電力供需狀況，因此對配電過程中蒐集、儲存及處理大量資料將屬非常有益系統。

國際主要國家如面臨配送電過程中電力流失率高，若能快速投入智慧電網建設將有助相關情形之改善，因智慧電網有助配送電過程電力耗損降到最低。另外，新興國家市場由於要快速發展經濟，對電力

需求也正快速成長，故電網供電穩定情形及既有電網基礎建設能否因應用電成長需求等問題，皆需受到進一步關注，而未來若有可能導入穩定性高且安全有效率的智慧電網將有助各國經濟發展。

二、綠能科技國際發展案例

(一)離岸風力國際發展案例

就綠能科技之發展，我國目前以太陽光電以及離岸風力為主要發展主軸。於離岸風力相關國際案例，前述全球風能協會 (Global Wind Energy Council, GWEC) 統計報告，歐洲離岸風力發電累計裝置量主要以英國、丹麥與德國為前三大累計裝置量國家，而新增裝置量上，2016 年以德國離岸風電新增裝置量為 813MW，居全球之首；荷蘭以 691MW 居第二；英國 56MW 居第三。

2010 年德國建置首座離岸風場 Alpha Ventus，為全世界第 12 個擁有離岸風機的國家。而早於 2000 年通過再生能源法(Erneuerbare Energien Gesetz, EEG)，德國制定離岸風機的固定電價收購制度(FIT)做為業者參與開發的誘因與保障。2002 年 1 月德國政府公布離岸風電發展策略，並訂定德國離岸風力未來 30 年的發展目標，也明訂離岸風機的開發原則應同時考量經濟與投資安定性、科技發展與適法性，並以不危害漁業、航運與自然生態為前提。

離岸風力由發想至執行至少需 6 到 10 年，德國政府目標於 2020 年裝置容量要達 6.5GW，該政策具延續性不受政治人物 4 年任期的限制。德國由 2010 年至 2017 年間，建構 5.5GW 的離岸風電裝置容量，創造國內兩萬多個工作，使得國內部分鄉鎮失業率大幅降低。

德國離岸風力最大風力開發商沃旭能源(Ø rsted)，位於北提鎮，該鎮具備完善的產業供應鏈，包括建設公司、環境監測公司、直升機運輸服務、電纜公司與鋼鐵零件業者，造就德國於離岸風力發展優勢。

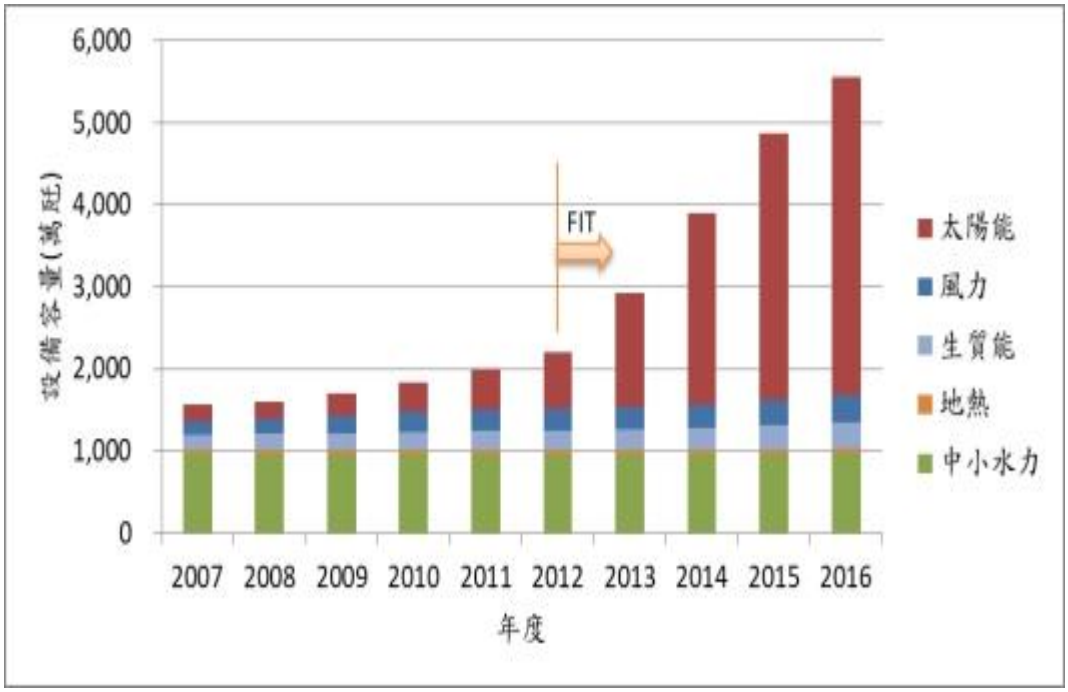
(二) 太陽光電國際發展案例

自 1997 年聯合國於日本簽訂京都議定書，各國對太陽光電產業之發展更顯積極，而日本在核災發生後更是亞洲最積極推動太陽能的國家。2017 年日本太陽光發電協會 (JPEA) 於「日本太陽光電展望 2050」報告，提出至 2050 年時，日本應導入 200GW 的太陽光電，已達成國內 2050 年溫室氣體減量 80%的目標，邁向未來減碳、永續發

展社會中的一個目標點。據林祥輝(2017)報告中指出，自 2012 年開始，日本開始實施固定價格躉購(Fixed Feed-in Tariffs, FIT)制度，國內再生能源設置量快速增加，特別是太陽光電(如圖 7- 1)，從 2010 年至 2016 年，日本國內太陽光電約成長 14 倍。

為協助國內再生能源之設置，日本實施 FIT 制度後，10 kW 以上的非住宅用太陽光電躉購價格高達每度 40 日圓，加上太陽光電施工期相較其他再生能源，故吸引大批業者申請，但同時也產生許多取得認可後未運轉的案件。於是日本於 2016 年修改 FIT 法，實施新的事業認定制度，對於未在期限內運轉的案件，將予以撤銷認可。

日本於 2030 年的再生能源導入目標中，設定太陽光電要達到 6,400 萬瓩，而從 FIT 認定量來看，2017 年日本國內太陽光電已達到 8,454 萬瓩，已超過 2030 年的目標量。為改善國內過度偏向發展太陽光電的情況，2017 年起日本政府針對 2 MW 以上的太陽光電設備改採競標制度，並制定投標上限價格為 21 日圓/kWh，降低國民負擔。



資料來源：林祥輝(2017)，日本再生能源政策論點與目標

圖 7- 1　日本再生能源設置量成長趨勢

第二節 我國綠能科技發展面臨的挑戰與未來發展

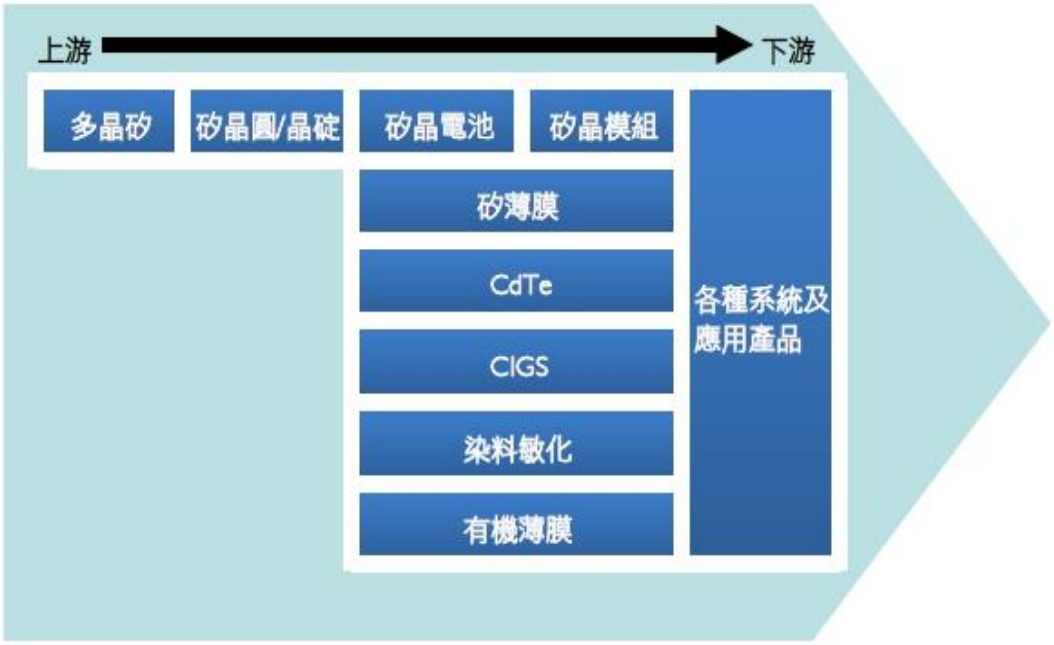
一、綠能科技定義範疇與產業發展面臨的挑戰

(一) 產業定義與範疇

於綠能科技產業相關定義，根據綠能科技產業推動中心所述，綠能即為再生能源，包含有太陽能、風力能、生質能、水力能、地熱能及海洋能等，皆為對環境友善的潔淨能源，為自產能源，發電具無碳、小規模分散式等特性。而我國於綠能科技發展上，我國政府主要鎖定太陽光電以及離岸風電為主要推動項目，並配合智慧電表推動，達成有效節能與減碳的目標。

1. 太陽光電產業範疇

目前太陽光電應用發展最大宗(占比超過九成)為矽晶相關產品。太陽光電技術相當多元，其所包含的範圍也相當廣泛，一般來說，只要為可利用太陽光驅使電子流動，進而產生發電機制之裝置，皆被稱為太陽光電產品，均可納入太陽光電產業。其產業範疇涵蓋矽晶領域產業鏈(多晶矽、矽晶片、矽晶電池、矽晶模組、系統)、薄膜模組，以及各系統與應用產品等(如圖 7-2 所示)。



資料來源：工業技術研究院(2017)，2017 新興能源產業年鑑

圖 7-2 太陽光電產業範疇

太陽光電產品應用層面也相當廣泛，從大型電廠到掌上型設備皆可見到，如於屋頂上裝置系統提供家戶、工廠或商業使用、針對不同建築物設計的建築整合太陽能(BIPV)、與消費性產品結合的創意產品，如太陽能船、太陽能車等。全球而言目前太陽光電應用以大型電廠比例較高，占比超過 5 成，其次為商用/工業屋頂約占 3 成，住宅屋頂約占 2 成。而各國近期太陽光電政策轉向鼓勵小規模家用系統，預估未來屋頂型以及 BIPV 的應用比例將會提高。而針對我國未來發展太陽能光電產業範疇，主要是以太陽能設備及系統建構工作為主。

2. 離岸風電產業範疇

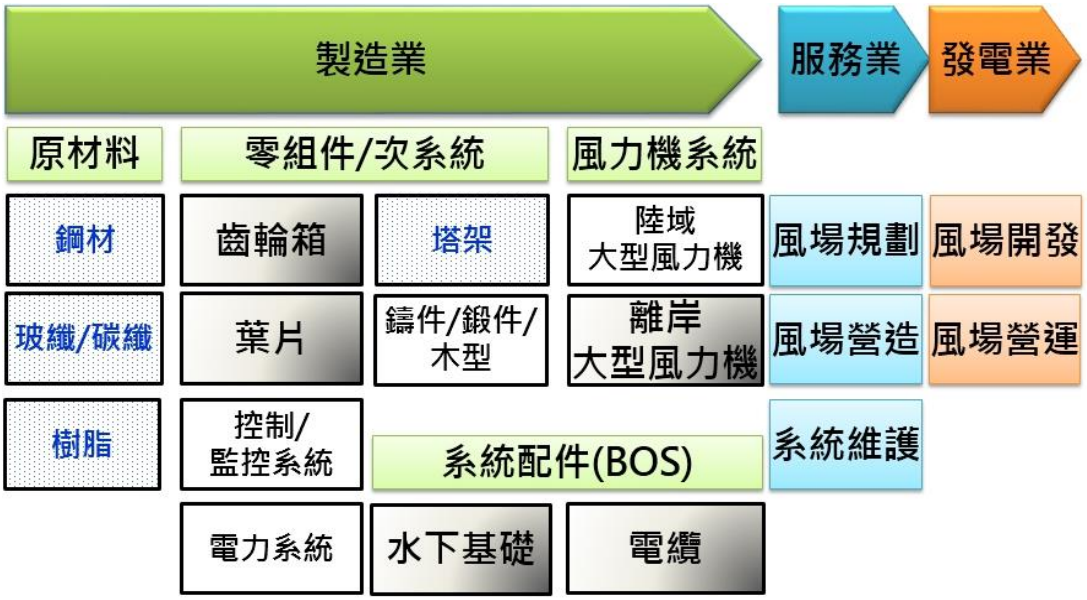
就離岸風電產業範疇，其相關供應鏈與風力發電類似，可區分為風電製造業、風電服務業以及風電發電業(如圖 7- 3)，其中離岸風電又主要以風場開發為重要的一環。

風電製造業包括風力機之原材料、零組件、系統配件與系統組裝等。上游原材料主要以鋼材與樹脂為主，中游零組件占比較高為塔架與葉片，系統配件則包含電纜、變電站，以及離岸風電之水下基礎等。風力機系統則可分為大型風力機與中小型風力機，大型風力機主要作為發電廠，依據裝設地點可分為陸域型與離岸型，小型風力機則做為離網或是分散式發電應用。

風電服務業則包括風場規劃 (工程設計、申請作業、財務規劃等)、風場營造工程，以及風場開始運轉後的系統維護。而風電發電業則主要有風場開發與風場營運兩者，風場營運則包含獨立電力供應商與綜合電業廠商 (如台電)。

風力發電機產品種類依照風輪結構與空氣流動位置，可分為水平軸式與垂直軸式兩類，而大型與中小型風力機之區分則以發電功率為依據，750kW 以上為大型，不足 750kW 則為中小型。目前大型陸域型與中小型風力機技術已趨於成熟，離岸型風力機尚處發展初期，仍有許多技術困難與挑戰。

而針對我國未來發展離岸風電產業範疇，主要是以製造業中離岸大型風力機及後續風場規劃/營造及系統維護為主。至於，針對原材料、零組件則採用進口方式，非歸納於我國離岸風電發展範疇。



資料來源：千架海陸風力機風力資訊整合平台，工業技術研究院

圖 7-3　離岸風電產業範疇

(二) 未來產業發展的挑戰

就我國未來綠能科技發展挑戰，以太陽光電而言，我國目前於太陽光電供應鏈較不完整，以上游矽晶產品而言，我國無法自給自足，多需仰賴國外進口。而中游多以代工為主要經營模式，而臺灣本身內需市場小，太陽光電廠商多以產品外銷為主，毛利相對受限且受到市場景氣影響。以離岸風電產業而言，我國夏季為颱風好發地區，若遭遇強大的颱風，風力發電機易遭受損壞，而冬季又因高氣壓南下，東北季風時常帶來強勁的風力，未來風力機設備的建置於抗風性以及風災後續的維修作業將更需審慎思考。而我國目前就風場地質、氣候、水文、水下文資等資料缺乏，需建立相關資源的資料庫，才能有利我國發展離岸風電。

另外，離岸風力因建置於海上本身技術門檻已高，運輸與安裝皆需要特殊的工作船，加上其設置成本約為陸域風電 2-3 倍，皆造成開發上的負擔。我國目前尚未有任何離岸風場建置完畢，國內目前相對缺乏海事工程的經驗，技術以及財務上的負擔皆為我國發展相關挑戰。

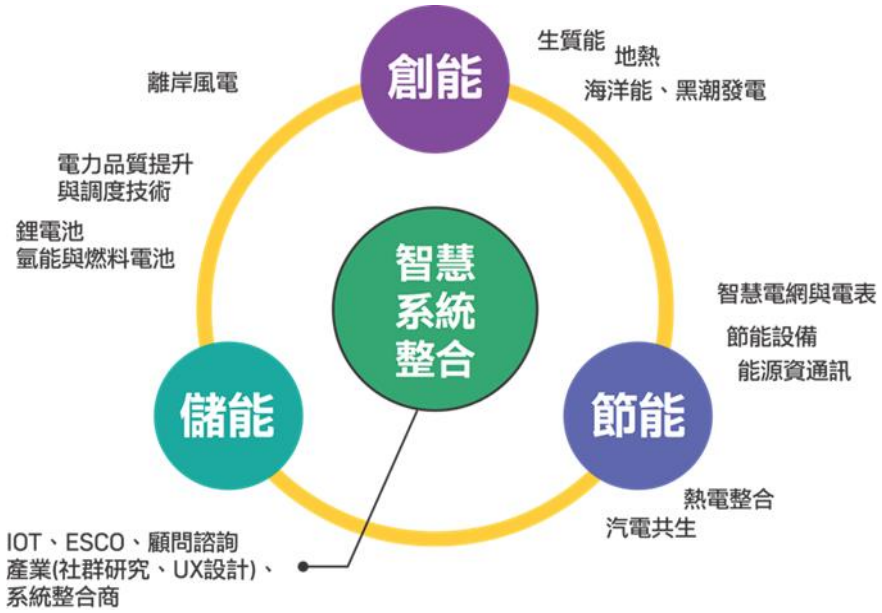
整體而言，我國雖積極於再生能源之設置，惟我國目前於電網相關的基礎建設相對落後，透過國外相關案例經驗，各國政府雖積極建

設再生能源規劃，若電網建設無法跟上太陽能設備或是風力機設置進度，容易造成空有太陽能設備或風力機卻無法發揮發電功能的問題。另外，我國公民對於再生能源認識不深，亦較少參加公共討論，導致推動過程中也常發生補償的爭議。最後，我國因地狹人稠，能夠發展再生能源的空間有限，依靠再生能源所取得的發電量亦不高，如何透過有效率的資源分配，也是我國需審慎考量的地方。

二、我國綠能科技政策推動規劃方向與未來發展情境

(一) 主要政策推動方向與內涵

我國於 2016 年提出綠能科技產業推動方案，預計於 2025 年達成非核家園的目標，讓再生能源發電占比達到 20%，2025 年設置目標量，太陽光電為 20 GW，其中屋頂型為 3 GW，地面型為 17 GW；風力發電目標則為 4.2 GW，其中陸域風電 1.2 GW、離岸風電 3 GW。而隨著綠能科技產業推動方案提出，我國經濟部於 2016 年提出「太陽光電 2 年推動計畫」，且於 2017 年提出「風力發電 4 年推動計畫」，以短期達標、中長期治本策略，逐步達成 2025 年整體發展目標。如圖 7-4 所示，我國綠能產業發展策略，以節能、創能、儲能、系統整合為主，以設備商、資通訊產業、能源服務業結合，配合智慧城市的建設及政府節能目標發展，帶動轉型升級。



資料來源：綠能科技創新產業(2015)

圖 7-4　我國綠能科技產業政策發展推動方向

而綠能科技產業推動方案，同時秉持著 5+2 產業創新推動方案，連結在地、連結未來以及連結國際三個重點，分述如下：

- 「連結在地」— 結合在地產業、群聚、人才及天然資源，鏈結產學研，創造在地就業機會。以臺灣內部的在地需求，做為產業的先期市場和試驗基地，以「太陽光電」、及「離岸風電」為未來政府發電與創能產業發展之重點，再進一步推廣到國際市場應用
- 「連結未來」— 因應再生能源大量布建與綠電供需需求，引領學研界從機制、研發與實證面持續推動創新
- 「連結國際」— 建構優質產業立地之實體、資金與服務環境、運用國際合作研發計畫/人培計畫吸引大廠投資

依據方案內容，相關行動方案包含綠能建設投資與沙崙智慧綠能科學城兩者。於綠能建設投資中，除前述提及的太陽光電與風力發電之外，更提出智慧新節能的發展，智慧新節能主要以智慧電表裝設為主，預計 2025 年設置達 300 萬戶，透過未來大規模的智慧電表增設，帶來大規模的節能效益與新興電力事業發展。

而在沙崙智慧綠能科學城行動方案上，其發展目標在於建構智慧生態城市以及與大自然共生發展，並以「人」為思考出發點，建構社區發展及其必要之生活系統，結合經濟部、科技部、中央研究院及臺南市政府在各區建設(如圖 7- 5)，共同建構沙崙智慧綠能科學城成為低碳智慧城市，吸引國內外綠能科技人才進駐。此外，建設部分區域成為發展低碳智慧相關技術之測試場域。

沙崙智慧綠能科學城推動內容包含有建置綠能科技聯合研究中心以及建置綠能科技示範場域，綠能科技聯合研究中心主要任務在於橋接能源國家型科技計畫與能專研發成果，加強國際合作，並強化綠能科技政策及預算研析，整合臺灣創能、節能、儲能、系統相關研發、技術、資源及人才，並且建立創新育成及技轉機制。而綠能科技示範場域工作任務在於為先進能源產製及應用方式，提供完整測試及驗證場域，並且提供民眾體驗智慧綠色生活，透過示範場域之建置，將成為我國綠能科技技術示範與產業鏈結的基石。

資料來源：綠能科技產業推動中心

圖 7-5　沙崙智慧綠能科學城參與單位

(二) 未來科技應用推動發展方向

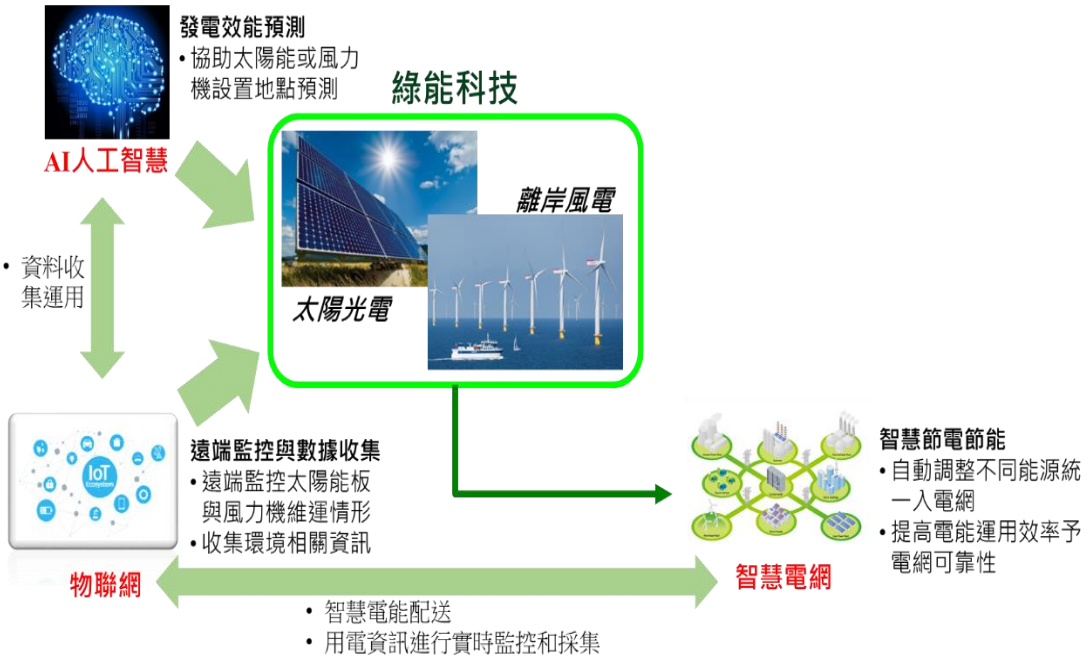
伴隨新興科技的發展與運用，未來也將進一步投入於綠能科技產業。如圖 7-6 所示，我國未來綠能科技產業發展，電網的完善配置屬相對重要的環節，各國現今皆已積極推動智慧電網的配置，藉此讓各種不同發電方式能更有效轉換成電能，減少電能轉換的耗損，並也思考未來電動車的推動，考量大量用電的產業需求，應避免造成國內供電不足的情形。

智慧電網的發展核心在於物聯網的應用，構建具備智慧判斷與自動適應調節能力的多種能源統一入電網和分散式管理的智慧化網路系統，並對電網與用戶的用電資訊進行實時監控和蒐集，採用最經濟與最安全的輸配電方式將電能輸送給終端使用者，實現電能的最優配置與利用，提高電網執行的可靠性和能源利用效率。智慧電網的本質為能源替代和相容利用，需在開放的系統和共享資訊模式的基礎下，整合系統中的資料以優化電網的執行和管理。

而物聯網除運用於智慧電網外，亦可裝置於太陽能光電與風力設備，達成遠端的即時監控及傳遞設備運作情形，讓維護端即時掌控設備運作情形。此外，我國目前缺乏地質、氣候、水文等自然國土盤點

資料，物聯網設備可同時蒐集相關環境數據，並可觀察設置地點之運作與發電效率，供為未來設備建置之參考依據。在應用端方面，物聯網未來在遠端監控太陽能板與風力機維運情形會是重要的應用層面。

最後，針對太陽能或風力機等設置地點預測，可以透過獲取綠能科技候選安裝地區相關資料，AI 人工智慧可藉由此完整的數據預測各地發電效率與情形，讓廠商能更有效率決策安置地點，以獲得較高的發電效率。此外，AI 人工智慧也可用於預測各地或公司電力需求以及用電高峰，讓電力公司能更有效率分配電力使用。



資料來源：本研究彙整

圖 7-6　我國綠能科技產業未來面對科技趨勢之影響層面

第三節 我國綠能科技現今工作及技能需求分析

一、現今綠能科技職能基準內容

就我國有關綠能科技職能基準內容，根據經濟部工業局「經濟部產業人才能力鑑定推動網」及勞動部勞動力發展署「iCAP 職能發展應用平台」，如下表 7-1 所示，就我國現有職能基準內容與綠能科技產業相關之職務，以太陽光電產業而言，包含有太陽光電系統技術人員、太陽光電系統設備安裝人員、太陽光電系統通訊監控人員、太陽

光電系統維運人員、太陽光電系統機電設計人員、太陽光電設備開發工程師、太陽光電系統設計工程師及儲電系統整合工程師。

其中，太陽光電系統技術人員其職責在於太陽光電系統現場規劃、維修檢測、效能評估等相關作業，需充分了解設備材料與設備規格，了解企業需求開發相關產品，並檢視工作所需之工具與測試裝置，確保能正確操作並維護其安全性。太陽光電系統設備安裝人員主要負責太陽光電系統設備施工、安裝等相關事宜，需具備設備安裝與安裝工具使用的能力，以及設備診斷與故障清除之職能，亦需擁有工作環境安全之判斷能力。

太陽光電系統通訊監控人員主責監看太陽光電系統資訊、系統運轉、警報事件分析與協助故障排除等相關工作，需具備廠房清理與問題通報能力、解釋測試設備設定與讀數的分析技能以及風險認知能力等。太陽光電系統維運人員主要工作在於太陽光電系統維運、電場日常巡檢、現場故障排除等相關工作，於系統維運需具備設備測試設定與讀數的分析技能、故障診斷與問題解決能力、技術性資料解釋與計算能力、工作規劃與組織以及安全認知相關職能。

另外，太陽光電系統機電設計人員主要負責太陽光電系統機電系統規劃、工程整合協調、建構、安裝、送審及報竣準備、維修等有關事項，主要職能需求包含有分析判斷電力設備所需材料、系統應用軟體功能分析以及既有系統基礎建設評估，同時需具備數據與資訊分析及呈現表達能力。太陽光電設備開發工程師主要工作內容為設計開發能使用於量產/研發產品，並在產品設計/開發過程，有效進行內外溝通，並完成產品組裝測試工作，所需之職務職能包含有資料蒐集與分析能力、工程設計與分析軟體的使用能力、機電整合能力等。

而太陽光電系統設計工程師負責設計太陽光電電廠系統，整合太陽電池模組陣列/電力調節器/配線箱/電網並聯/蓄電池，並在產品設計/開發過程，有效進行內外溝通，並完成產品組裝測試工作。該職務所需職能涵蓋解決專案系統之複雜性問題、光電系統零組件整合能力、工程設計與分析軟體的使用能力。

最後，儲電系統整合工程師主要工作內容包括根據客戶需求設計開發儲電產品，並需與客戶進行溝通協調及確認需求內容，於開發過

程中分析相關數據、資訊以及初期品質分析之工作，所需職能涵蓋有控制通訊協定認知能力、除能系統元件選擇判斷能力、機構分析與設計、計畫管理能力、數據測試與失效分析能力等。

表 7-1　我國綠能科技產業現今職能基準需求盤點

職能基準名稱	工作內容	職能需求
太陽光電系統技術人員	太陽光電系統現場規劃、維修檢測、效能評估等相關作業	分析及呈現資訊之能力、企業需求及規格理解能力、模擬情境設計與技術評估
太陽光電系統設備安裝人員	太陽光電系統設備施工、安裝等相關事宜	設備安裝與工具使用能力、設備診斷與故障清除能力、風險認知能力
太陽光電系統通訊監控人員	監看太陽光電系統資訊、系統運轉、警報事件分析與協助故障排除等相關工作	廠房清理與問題通報能力、解釋測試設備設定與讀數的分析技能、風險認知能力
太陽光電系統維運人員	太陽光電系統維運、電場日常巡檢、現場故障排除等相關工作	設備測試設定與讀數的分析技能、故障診斷與問題解決能力、技術性資料解釋與計算能力、工作規劃與組織、安全認知技能
太陽光電系統機電設計人員	太陽光電系統機電系統規劃、工程整合協調、建構、安裝、送審及報竣準備、維修等有關事項	電力設備所需材料分析、應用軟體功能分析、既有系統基礎建設評估能力、資訊分析及呈現能力、安全認知技能
太陽光電設備開發工程師	設計開發能使用於量產/研發產品，在產品設計/開發過程，有效進行內外溝通，並完成產品組裝測試工作	資料蒐集與分析能力、工程設計與分析軟體的使用能力、機電整合能力
太陽光電系統設計工程師	設計太陽光電電廠系統，整合太陽電池模組陣列/電力調節器/配線箱/電網並聯/蓄電池，並在產品設計/開發過程，有效進行內外溝通，完成產品組裝測試工作	解決專案系統之複雜性問題、光電系統零組件整合能力、工程設計與分析軟體的使用能力
儲電系統整合工程師	儲電產品設計開發，與客戶進行溝通協調及確認需求內容，於開發過程中分析相關數據、資訊、初期品質分析之工作	控制通訊協定認知能力、除能系統元件選擇判斷能力、機構分析與設計、計畫管理能力、數據測試與失效分析能力

資料來源：經濟部產業人才能力鑑定推動網、勞動部勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台，本研究彙整

二、現今綠能科技關鍵職缺與技能需求

針對綠能科技關鍵職缺方面，根據經濟部工業局「2018-2020 年重點產業專業人才需求推估調查」，綠能科技產業專業人才需求調查僅包含離岸風力發電相關職務，如下表 7- 2。

離岸風力發電產業調查範疇包含風電製造業與風電服務業，風力製造業包含風力機暨零組件及相關製程、水下基礎、船舶、變電站(海域)、海纜、陸上輸配電等製造，主要包括產業機械、電子電力、金屬製程等。風電服務業則包含設備安裝服務(包含風力機、水下基礎、變電站、海纜等)、風場運維服務、風力機零組件運送與倉儲服務、船舶施工與運送等相關之服務。

隨著國內能源轉型趨勢與政府推動之政策，離岸風電為我國落實非核家園之目標之一，並隨著「風力發電 4 年推動計畫」之發展，後續將帶動我國產業內需與就業機會，根據上述之發展趨勢以及雇主調查結果，就離岸風電之未來關鍵職缺包含有機電整合工程師、專案管理主管、製程工程師、業務人員、營建施工人員以及電機技術人員。

而就個別產業觀察，風電製造業由於離岸風力發電的前景備受看好，將吸引零組件廠商投入離岸風力機零組件製造，因此將需要機電整合、製程、專案管理等專業人才的投入，惟我國目前仍欠缺內需市場實務練功機會，因此在地生產技術與相關人才仍有所不足。而於風電服務業上，未來廠商如欲切入風力機安裝與運維市場，所需人才則包含專案管理、機電整合、營建與電機等專業人才的投入。上述相關人才之經驗、證照與實作能力需技術引進與時間的養成，惟目前我國欠缺大型施工船舶機具、模擬設備暨安全訓練場域提供培訓機會。

表 7-2　我國綠能科技產業關鍵職缺與技能需求

職務名稱	工作內容	技能需求
機電整合工程師	負責機電系統整合，涵蓋控制/自控、監控、電控與電機之系統分析規劃、輸配電系統併聯、機械與電腦輔助工程，同時具備外語之溝通與專業能力	1. 控制/自控系統程序分析 2. 監控系統技術建置 3. 系統整合規劃、設計、測試應用 4. 輸配電系統併聯分析 5. 電機系統整合控制 6. 機械與電腦輔助工程 7. 電控系統規劃 8. 英文能力
專案管理主管	為管理專案工程之進度與預算、負責廠商內部各部門與外部客戶之溝通協調、供應鏈管理、運用 AI 與大數據以強化經營效率，需具備跨領域能力，還需具備外語之溝通與專業能力	1. 專案執行、時程修訂 2. 專案執行預算掌控 3. 內部控制與稽核 4. 跨部門溝通協調 5. 客戶產品規格對應溝通 6. 工程施工管理 7. 供應鏈管理 8. AI、大數據 9. 英文能力
製程工程師	了解機械加工、組裝施工、銲接等各種生產技術，以進行生產製程改善	1. 銲接技術 2. 生產製程改善 3. 組裝施工技術 4. 機械加工製程技術
業務人員	具備外語之溝通與專業能力，以進行業務開發、顧客服務、市場與產品分析企劃，且兼顧廠商內部與外部客戶之溝通協調	1. 國內外業務開發 2. 顧客服務 3. 內外溝通協調能力 4. 市場與產品之分析、 5. 企劃能力 6. 風力機專業知識 7. 英文能力
營建施工人員	具備操控吊裝設備和維修保養操作設備自救能力，以有效執行專案進度，並具備海上安全訓練經驗以保障自身安全	1. 專案執行、時程修訂 2. 吊裝設備操控 3. 海上安全訓練 4. 操作設備維修保養
電機技術人員	具備風力機相關專業知識以進行風力機與發電系統之維修保養，亦需操作設備維修保養之自救能力，並負責系統監控與故障預測	1. 風力機維修保養 2. 發電系統維修保養 3. 系統監控與故障預測 4. 風力機相關專業知識 5. 操作設備維修保養

資料來源：經濟部工業局「2018-2020 年重點產業專業人才需求推估調查」，本研究彙整

第四節 我國綠能科技未來工作及技能需求分析

一、新興工作類型及技能需求分析

本研究透過盤點我國綠能科技相關職能基準及關鍵職缺，藉以了解我國綠能科技現今重要職務需求及職能/技能需求。此外，本研究據國內綠能科技未來產業發展方向與特性，針對我國太陽能與離岸風電未來新興工作類型進行分析，首先綜合評估美國 O*NET 所發表 New Emerging List 中與綠能產業相關的職業類別、美國未來 10 年太陽光電與風力發電製造業(職業代碼(2012 NAICS Code)為 221114 和 221115)具明顯成長動能的職業類別，加以交叉對照我國職業標準分類尚無明確分類職業，進一步挑選出我國現今尚未明列職業類別但美國綠能科技產業具有發展潛力的職業別，視為本研究綠能科技產業新興工作類別。

除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過產學研專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國綠能科技產業新興工作類型。整體分析內容分述如下：

(一) <u>挑選美國未來綠能科技產業新興及具成長動能職業類別</u>

由美國 O*NET 發表 New Emerging List 中綠能科技業相關職業類別，主要包含太陽能施工與維護技術人員(Solar Energy Installation Managers)、太陽能系統工程師(Solar Energy Systems Engineers)、太陽能電廠開發評估人員(Solar Sales Representatives and Assessors)、風能工程師(Wind Energy Engineers)、風能開發與工程規劃工程師(Wind Energy Operations Managers)、風力發電機組維修技術人員(Wind Turbine Service Technicians)等。

另挑選美國綠能科技產業未來 10 年具成長動能的職業代碼與名稱，其中太陽光電產業包含 17-2071 電氣工程師、11-1021 營運經理、13-1199 業務營運專家、13-2011 會計師和審計師、47-1011 建設現場監督員、47-2231 太陽能光伏安裝商、49-2095 電氣和電子維修人員(發電站、變電站)、49-9071 一般維修人員等；風力發電產業包括 49-9081 風力發電機維修技術人員、51-8013 電廠營運商、11-1021 營運經理、43-9061 辦公室事務人員等。

(二) <u>評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照</u>

由於美國職業標準分類與我國職業標準分類並無直接職業對照表，因此本研究透過國際職業標準分類(ISCO)間接進行上述職業類別我國與美國職業標準分類對照工作。經由對照結果發現，綠能科技產業為新興發展產業類別，多數 New Emerging List 的職業類別無法對照歸類於我國職業標準分類，故可視為新興工作類別之一。

此外，經產學研討論會議討論，進行以下兩項修正工作：其一，我國未來綠能科技產業工作技能需求與美國需求略有差異，故在名稱與技能需求上本研究進行微調工作，以期符合我國綠能科技發展的人力需求。其二，本研究增列風力機安裝指導人員於離岸風電產業，而用戶群代表(Aggreator)電力調度操作人員、電力預測人員、電力系統評估人員等職業類別於太陽能光電與離岸風電兩個產業。

再者，由於 New Emerging List 中綠能科技業相關職業類別與美國綠能科技產業未來 10 年具成長動能的職業多有重複，故本研究以 New Emerging List 中綠能科技業相關職業類別作為分析基礎。由此，為能分析綠能科技產業新興工作類別，本研究綜合評估我國綠能科技產業未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會的意見蒐集，進而提出我國綠能科技產業新興工作類型。

(三) <u>我國綠能科技產業新興工作類別分析</u>

綜合上述評估結果，我國未來綠能科技產業發展趨勢的新興工作，如表 7- 3 太陽能光電分析與表 7- 4 離岸風電分析，詳細分析內容如下：

1. 太陽能光電產業

以太陽能光電產業而言，未來可能新興工作包含如太陽能電場開發評估人員、太陽能系統工程師以及太陽能施工與維護技術人員。太陽能電廠開發評估人員主要工作任務在於為家庭或工業用途提供太陽能建議，推廣太陽能作為替代能源和可持續能源，與潛在客戶接觸交流，進行太陽能產品銷售。在技能需求方面，具備開發專業網絡、評估客戶/確定客戶需求能力、太陽能電池板資訊蒐集以及加熱系統的能源效率評估建議。太陽能系統工程師則主要設計太陽光電系統及優化太陽能生產過程的可持續性，相關技能包含工程現場審計能力、建構 AutoCAD 圖紙與使用技術繪圖軟體能力、太陽能系統與優化可

持續能源設計能力與太陽能電池板資訊蒐集等。另太陽能施工與維護技術人員主要負責安裝/營運太陽能系統，並檢視使用材料的兼容性，需具備如測量儀器使用能力、電氣和電子設備安裝能力、光伏面板安裝能力及知悉電力傳輸測試程序等。

至於針對用戶群代表(Aggreator)電力調度操作人員、電力預測人員以及電力系統評估人員則是綠能科技相關業別均有相關工作需求的職業類別。用戶群代表(Aggreator)電力調度操作人員主要工作任務為從事電力經濟或仲介之業務，根據簽約用戶的需量，進行電力調度確保穩定的需量，相關所需技能包含調整能量分配計畫、機械設備維護、應急程序管理、監視自動化機器等。電力預測人員則主要進行能源發電量預測，推估能源運轉高峰時期，以有效分配電能，所需技能含能源數據分析、能源設施管理、能源政策制定與審查以及確定能源需求等。電力系統評估人員主要在於評估電力設備與系統優劣，藉以協助廠商作為系統與設備買賣之標準依據，所需技能如能源系統效率評估、能源消耗分析以及能源設施管理等。

表 7-3　我國綠能科技產業未來新興工作類型—太陽能光電產業

工作名稱	工作任務	所需技能
太陽能電廠開發評估人員	1. 為家庭或工業用途提供太陽能安裝建議，推廣太陽能作為替代能源和可持續能源 2. 接觸潛在客戶，進行太陽能產品銷售	1. 開發專業網絡能力 2. 評估/確定客戶需求能力 3. 太陽能電池板資訊蒐集能力 4. 提供加熱系統的能源效率評估建議能力
太陽能系統工程師	1. 設計太陽光電系統 2. 優化太陽能生產過程的可持續性工作	1. 工程現場審計能力 2. 建構 AutoCAD 圖紙與使用技術繪圖軟體能力 3. 太陽能系統與優化可持續能源設計能力 4. 太陽能電池板資訊蒐集能力
太陽能施工與維護技術人員	安裝/營運太陽能系統以及材料兼容性檢查	1. 測量儀器使用能力 2. 電氣和電子設備安裝能力 3. 光伏面板安裝能力 4. 瞭解電力傳輸測試程序能力 5. 確認材料兼容性能力
用戶群代表(Aggreator)	主要從事電力經濟或仲介之業務，根據簽約用	1. 調整能量分配計畫能力 2. 運用 AI 進行用電量預測

工作名稱	工作任務	所需技能
電力調度操作人員	戶的需量，進行電力調度確保穩定能源供給的需量	能力 3. 機械設備維護能力 4. 應急程序管理能力 5. 監視自動化機器能力
電力預測人員	能源發電量預測，推估能源運轉高峰時期，以有效分配電能工作	1. 能源數據分析(大數據與AI 預測)能力 2. 能源設施管理能力 3. 確定能源需求能力
電力系統評估人員	評估電力設備與系統優劣，以作為協助廠商買賣系統與設備標準依據	1. 能源系統效率評估能力 2. 能源消耗分析能力 3. 能源設施管理能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

2. 離岸風電產業

而就離岸風電新興工作職務而言，未來新興工作包含風場營運經理、風場開發與工程規劃工程師、風力發電機組維修技術人員以及風力機安裝指導人員等。風場營運經理主要工作在於管理風能相關作業人員及維護活動，針對營收財務活動進行整體性規劃，所需相關技能包含設備可用性確保與維護、管理預算/物流/員工/用品等能力。風場開發與工程規劃工程師則負責設計和安裝風能農場和設備，研究和測試設備(如風力渦輪機葉片)最具生產力的裝置位置，相關技能涵蓋技術繪圖軟體調整能力、工程設計、風力渦輪機設計與檢查、開發測試程序能力。

風力發電機組維修技術人員主要職責在於執行診斷檢查與分析故障，並執行維修任務來維護和修理風力渦輪機，所需技能包含有設備維護技術、風力渦輪機檢查能力、電氣和電子設備安裝技能、電氣設備與液壓系統維護技術、記錄維護數據報告等。風力機安裝指導人員從事風力機安裝施工以及風力機應用管理相關事務，所需技能含設備安裝安排、設備維護、安全作業程序與風力機檢查等。

表 7-4　我國綠能科技產業未來新興工作類型—離岸風電產業

工作名稱	工作任務	所需技能
風場營運經理	管理風能相關作業人員及維護活動，針對營收財務活動進行整體性規劃	1. 設備可用性確保與維護能力 2. 管理預算/物流/員工/用品能力
風場開發與工程規劃工程師	設計和安裝風能農場和設備，研究和測試設備(如風力渦輪機葉片)最具生產力的裝置位置	1. 技術繪圖軟體調整能力 2. 工程設計能力 3. 風力渦輪機設計與檢查能力 4. 開發測試程序能力
風力發電機組維修技術人員	執行診斷檢查，分析故障並執行維修任務來維護和修理風力渦輪機	1. 設備維護技術能力 2. 風力渦輪機檢查能力 3. 電氣和電子設備安裝能力 4. 電氣設備與液壓系統維護技術能力
風力機安裝指導人員	從事風力機安裝施工以及風力機應用管理相關事務	1. 設備安裝/維護能力 2. 風力機檢查能力
用戶群代表(Aggreator)電力調度操作人員	主要從事電力經濟或仲介之業務，根據簽約用戶的需量，進行電力調度確保穩定能源供給的需量	1. 調整能量分配計畫能力 2. 運用 AI 進行用電量預測能力 3. 機械設備維護能力 4. 應急程序管理能力 5. 監視自動化機器能力
電力預測人員	能源發電量預測，推估能源運轉高峰時期，以有效分配電能	1. 能源數據分析能力 2. 能源設施管理能力 3. 能源需求評估能力
電力系統評估人員	評估電力設備與系統優劣，以作為廠商系統與設備買賣標準依據	1. 能源系統效率評估能力 2. 能源消耗分析能力 3. 能源設施管理能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

二、現有職務及技能提升需求分析

針對我國綠能科技產業現有職務工作技能提升類型分析，考量國際綠色經濟發展趨勢與我國綠能科技產業發展目標與重要發展領域之前提下，根據美國 O*NET 所發表 Bright Outlook List 中針對綠能科技產業職業類別進行挑選，並與我國職業標準分類進行比對，藉以歸納出本研究綠能科技產業現有職務工作技能提升類型。至於針對技能需求部份，由於美國 O*NET 職業技能多以一般性文書與資料軟體使用為主(如 SAS、Excel 等)，缺乏產業專業工作技能，故本研究技能需求改以對照歐盟 ESCO 所列之專業技能進行分析。除透過上述次級

資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國綠能科技產業現有職務工作技能提升類型。整體分析內容分述如下：

(一) 挑選美國 Bright Outlook List 中綠能科技產業領域職業類別

美國 Bright Outlook List 內容共有 434 項工作包含美國各業具有發展前景的職業類別，而美國針對太陽能發電與風力發電產業相關職業類別職業分類分別有 50 及 201 項。從美國太陽能發電與風力發電產業相關職業類別資料中挑選具未來發展前景與綠色經濟類別[27]，且符合我國綠能科技產業發展所需職業類別，可得出共有 12 項綠能科技產業相關職業類別，包含工業工程技術人員(Industrial Engineering Technicians)、電工(Electricians)、電廠操作員(Power Plant Operators)、電子工程師(Electronics Engineers, Except Computer)、電氣工程師(Electrical Engineers)、能源工程師(Energy Engineers)、光學工程師(Photonics Engineers)、土木工程師(Civil Engineers)、微系統工程師(Microsystems Engineers)、電氣工程技術人員(Electrical Engineering Technologists)、機電工程技術人員(Electromechanical Engineering Technologists)、電子工程技術員(Electronics Engineering Technologists)等。

(二) 評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照

本研究進一步彙整美國 O*NET 發表 Bright Outlook List 中綠能科技產業相關職業類別且可對照至我國職業標準分類的職業類別，透過國際職業標準分類進行對照，且經本研究主觀歸納後，包含工業工程技術人員、電工、電廠操作員、電子工程師、電氣工程師、能源工程師、光學工程師、土木工程師[28]、系統工程師、電氣工程技術人員、機電工程技術人員、電子工程技術員等，詳細內容請見表 7- 5。

[27] 針對綠能科技的既有工作職業技能提升分析，若僅考量具發展前景的職業類別無法描述我國未來綠能產業發展所需職業類別，由此另外考量綠色經濟類別(再生能源工作、具能源效率工作)，藉以挑選出我國相對應需技能提升的工作類型。

[28] 針對土木工程師職業類別對照進行職業類別對照調整作業，由於透過國際職業標準分類對照標準，對照結果為我國的職業類別代碼 2146 採礦工程師、冶金學及關專業人員。但本研究考量土木工程師的職業工作內容，應對照至我國職業標準分類 2142 土木工程師較為適合。

表 7- 5　我國綠能科技產業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表

美國職業類別代碼	美國職業類別名稱	我國職業類別代碼	我國職業類別名稱
17-3026	工業工程技術人員 Industrial Engineering Technicians	3119	其他工程科學技術員
47-2111	電工 Electricians	7411	建築物電力系統裝修人員
51-8013	電廠操作員 Power Plant Operators	3131	發電設備操作員
17-2072	電子工程師 Electronics Engineers, Except Computer	2152	電子工程師
17-2071	電氣工程師 Electrical Engineers	2151	電機工程師
17-2199	能源工程師 Energy Engineers	2149	其他工程專業人員
17-2199	光學工程師 Photonics Engineers	2149	其他工程專業人員
17-2051	土木工程師 Civil Engineers	2142	土木工程師
17-2199	微系統工程師 Microsystems Engineers	2149	其他工程專業人員
17-3029	電氣工程技術人員 Electrical Engineering Technologists	3115	機械工程技術員
17-3029	機電工程技術人員 Electromechanical Engineering Technologists	3115	機械工程技術員
17-3029	電子工程技術員 Electronics Engineering Technologists	3115	機械工程技術員

資料來源：O*NET、我國職業標準分類與國際職業標準分類對照表，本研究彙整

此外，透過產學研討論結論，本研究評估綠能科技產業未來發展之所需人力需求類型，如考量離岸風力發展需要船舶定位操作人員、吊裝作業人員、海事氣象人員等。由此，本研究綜合評估我國綠能科技未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會意見蒐集與收斂，提出以下 14 類我國綠能科技產業現有工作職務技能提升類型。

(三) 我國綠能科技產業現有職務工作技能提升類型分析

綜合評估上述結果，針對我國未來綠能科技產業發展趨勢的現有工作技能提升類型分析，請詳見表 7- 6 與表 7- 7。綠能科技為新興跨領域發展業別，有關現有工作技能升級之職類別需求，多為製造相關業別之支援人力工作，職類別需求則如工程師及生產製造人員等類別。

1. 太陽能光電產業

有關太陽能光電產業現有職務技能提升需求，該產業雖為新興類型，仍需製造產業相關技術人員與工程師共同執行工作內容，如電子零組件及電路板製造、電力設備製造、機械設備製造、土木工程等，支援人力需求如工程生產操作技術人員、工程師、電氣相關人員，這些專業技術人員除了專業知識技能之外，尚需針對新的科技分析方法(如大數據分析)或提升新型態機器設備的相關專業技能，並進一步執行數據分析與設備安裝維修等事務工作。

2. 離岸風電產業

離岸風電產業本身具有專業特殊性，因此現有職務具工作技能提升需求，包含船舶定位操作人員、吊裝作業人員、海事氣象人員等。由於，船舶作業屬於海事工程的一部分，船舶定位操作人員需熟知航海相關知識，並對於船體和艙面設備的技術管理，其他如船舶操作、航海儀器操作、船舶穩定度與俯仰差計算、船舶安全管理以及相關業務法規等亦需掌握相關專業技能。再者，吊裝作業人員主要從事設備吊裝作業，需熟知配管材料吊裝作業、吊裝物之重量預估以及熟悉吊掛負荷與吊舉角度之觀測。而海事氣象人員，主要是針對海洋場域與氣候條件對於發電有效性之評估，需具備如數據分析能力、資料蒐集與彙整、科學實驗方法以及統計軟體操作與應用等技能。

表 7-6　我國綠能科技產業現有職務工作技能提升類型—太陽能光電產業

職務名稱	工作任務	所需技能
工業工程技術人員	準備機器和設備安裝與提出解決方案工作	1. 調整工程設計能力 2. 分析測試數據進行例行機械維護檢查能力 3. 解決設備故障能力
電工	大型工業和商業建築中安裝和維護電纜和其他電力基礎設施	1. 安裝電氣開關/電氣和電子設備/安裝電源插座能力 2. 解決設備故障能力 3. 安裝接頭、電纜能力 4. 測試電子單元能力 5. 使用測量儀器能力
電廠操作員	主要是太陽能發電廠相關設備定期點檢、操作及維修	1. 監控測量設備能力 2. 安裝太陽能系統/光伏系統能力 3. 維護電氣設備/光伏系統能力
電子工程師	電子工程設計與電子系統/半導體設備和電力電源設備的開發工作	1. 硬體電路板設計能力 2. 軟體程式的撰寫開發能力
電氣工程師	設計電氣工程和開發具能量傳輸功能的電氣系統/電氣設備組件	1. 對接軟體與系統架構能力 2. 分析生產過程改進作業能力 3. 設計電氣系統能力 4. 執行數據分析能力
能源工程師	設計有效率生產/分配能源模式，透過創能與儲能，創造持續性能源環境與提供有效率的能源使用	1. 調整工程設計能力 2. 維護太陽能系統能力 3. 設計熱力設備能力
光學工程師	針對光學應用領域研究、設計、組裝、測試和部署光子組建與系統	1. 調整工程設計能力 2. 分析測試數據能力 3. 確認工程設計能力 4. 設計光學原型能力 5. 設計光學系統能力 6. 開發光學測試程序能力 7. 光學系統模擬能力 8. 準備生產原型能力 9. 測試光學元件能力
土木工程師	基礎設施與建築項目設計，規劃和開發技術與工程規範	1. 調整工程設計能力 2. 分析能源消耗能力 3. 分析環境數據能力 4. 維護光伏系統能力
系統工程師	研究開發機電系統生產	1. 設計微機電系統能力 2. 設計原型能力 3. 開發微機電系統測試程序能力

職務名稱	工作任務	所需技能
		4. 操作科學的測量設備能力 5. 執行數據分析能力 6. 測試微機電系統能力 7. 使用技術繪圖軟體能力
電氣工程技術人員	與電氣工程師共同合作進行電氣工程研究，協助技術任務並協助電氣設備與設施的測試、製造和操作	1. 調整工程設計能力 2. 測量電氣特性能力 3. 安裝電氣設備能力 4. 維護電氣系統/電廠能力 5. 設計電力系統能力
機電工程技術人員	安裝、測試、監控與維護機電設備、電路和系統	1. 調整工程設計能力 2. 修理維護機電設備能力 3. 監視機器操作能力 4. 測試儀器能力
電子工程技術員 (感測器)	測試、維護與修理傳感器設備	1. 調整工程設計能力 2. 應用焊接技術能力 3. 組裝感應器能力 4. 操作測量設備能力 5. 準備生產原型能力 6. 測試感應器與記錄測試數據能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

表 7-7　我國綠能科技產業現有職務工作技能提升類型—離岸風電產業

職務名稱	工作任務	所需技能
船舶定位操作人員	針對離岸風力發電之風力機械，安裝自動識別系統，供船舶交通管制辨識及定位	1. 具備航海相關知識 2. 船體和艙面設備的技術管理能力 3. 船舶操作能力 4. 航海儀器操作能力 5. 船舶穩定度與俯仰差計算能力 6. 具備船舶安全管理知識
吊裝作業人員	具備操控吊裝設備和維修保養操作設備自救能力，以確保裝船作業符合安全作業要求	1. 吊裝設備操控能力 2. 海上安全訓練能力 3. 熟悉吊掛負荷與吊舉角度觀測能力 4. 操作設備維修保養能力
海事氣象人員	進行發電場域氣候對於發電有效性之評估	1. 數據分析與預測能力 2. 海事資料蒐集和彙整能力 3. 科學實驗方法能力 4. 統計軟體操作與應用能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

三、未來可能減少僱用工作類型分析

就未來可能減少僱用之工作職務，我國目前極力推動再生能源之發展，並期許達成非核家園的目標。而隨著全球節能減碳的意識興起，未來於石油以及傳統煤炭發電的使用上，可能將逐漸降低。再生能源之發展將帶來新興的職務興起，卻也同時將讓傳統能源領域的人才流失，故如核能相關作業人員將面臨職務轉型或減少相關該領域之僱用工作，或是石油業別的製程、業務相關人才類型面臨轉職的可能。

除上述傳統能源產業職務可能面臨減少僱用外，隨自動化之發展，部分重覆性及無技術性之員工可能面臨減少僱用之情形，如操作技術人員等，未來隨科技之發展應用，相關職務需思考職能之變化，如需具備高階設備、系統操作技能與證照，或需具有資訊管理與程式設計之相關知識與技能等高附加價值職務之移轉。

第八章 我國金融科技未來工作及技能需求分析

第一節 數位科技趨勢下金融科技創新發展模式

一、數位科技應用金融科技發展趨勢

2008 年金融海嘯過後，伴隨科技應用的新興金融科技於數年間相繼崛起，結合行動通訊、社群媒體、雲端服務、大數據分析等科技應用，改變人們支付、保險、融資、募資及投資等方式，創新金融服務讓金融消費者擁有更多的主控權與衍生更多的需求服務。

據 2015 年世界經濟論壇 (WEF) 所發布報告指出，科技的發展加速了金融業的破壞式創新，金融科技的發展將對銀行、保險、證券等傳統金融業的商業模式帶來全面性的衝擊。WEF 也指出隨著金融科技的創新，我們也必須思考對於金融服務業最具影響力的科技，以及新創科技會如何影響現有金融服務的基礎架構、供給方式及消費行為，還有顧客、金融機構及整體金融服務業將受到哪些衝擊的影響。針對上述相關問題思考，WEF 認為金融科技於傳統金融業的六大應用面，分別為支付、保險、存放款、市場資訊、投資管理與資本募集，請詳見圖 8- 1。

資料來源：World Economic Forum (2015b)

圖 8- 1　金融科技六大應用面

另外，針對金融科技的創新國際發展趨勢，本研究彙整相關內容分述如下：

(一)新興支付系統

新興科技之發展衍生出不同的支付方式，讓消費者不再需要透過實質的現金收付款，而可透過不同的收付款方式，如第三方支付與電子支付。第三方支付表示交易行為發生時，消費者先將貨幣交給第三人，待收到貨物確認無虞後，第三人才將貨款給予賣家，此第三人指的就是第三方支付，如 Yahoo 奇摩輕鬆付、豐掌櫃(永豐商業銀行)、Pockii(中國信託商業銀行)等，即是第三方支付服務的例子。至於電子支付除可執行第三方的代收代付外，還包括收受儲值款項以及電子支付帳戶間款項的移轉。兩者的差異在於第三當支付僅可執行代收代付的行為，並不支援轉帳與儲值的功能。

(二) 虛擬銀行

過去實體銀行設置讓大家可選擇離家近的銀行辦事，而實體分行越多，擁有的客人也相對越多，目前我國銀行數目僅次於便利商店，為一般所稱的「Bank 1.0」時代。而隨著網路的出現，「Bank 2.0」的概念讓銀行可透過網路提供更多、更便捷的服務，民眾可透過電腦或行動裝置進行轉帳、支付與交易。

如今「Bank 3.0」名詞出現，係能以任何形式提供銀行服務的皆可稱為銀行，民眾需要的不再是實體的營業據點，而是銀行所提供的服務。2015 年英國金融科技新創公司「Monzo」成立，目前已獲得英國金融行為監管局(Financial Conduct Authority, FCA)與審慎監管局(Prudential Regulation Authority, PRA)發給正式銀行牌照，成為一間無實體店面的銀行。

由於能提供的服務包含預借現金及轉帳，民眾使用該銀行卡片於國外消費、提款與刷卡皆免手續費。該虛擬銀行與國內 ATM 以及信用卡系統相容，民眾不會有使用範圍受限的問題，存款也能受到金融管理法規的保護。Monzo 所有服務皆透過行動裝置辦理，只要擁有手機與透過電子信箱的驗證，即可完整開戶的作業，而開戶作業完成後 Monzo 會將金融卡寄送與民眾手上，並透過簡訊發送密碼，民眾再至

各 ATM 進行密碼變更，民眾所消費之商品價格、時間與地點皆會記錄於手機 App 之中，帳戶也可透過 App 即時凍結，避免財產損失。

虛擬銀行因無實體通路，業者可節省開設實體店面的成本，藉此回饋予客戶，讓客戶擁有較高的存款利率或較低的放款利率。然虛擬銀行因無實體通路，可能衍生較多客訴，因而必須投入較多資源，建置完善的客服體系，以處理客訴之相關問題。

(三) 自動化理財顧問服務

自動化理財顧問服務主要是透過大數據的發展，以及 AI 人工智慧與演算法的應用，根據我國金融監督管理委員會的定義，自動化顧問服務為完全經由網路互動，全無或極少人工服務，提供客戶投資組合建議的顧問服務。強調人工僅是輔助性質，協助完成客戶需求與說明解釋內容，不可調整或改變機器人理財的投資建議。

而在自動化理財顧問服務當中，最重要的為演算法內容與設計的正確性，因演算法決定機器人理財的投資結果，因此業者演算法設計需被審慎監管，企業內部亦需設立監管機制，定期審核機制設計的正確性。

自動化理財顧問服務為透過程式軟體提供投資人線上財富管理，民眾僅需設定投資額、風險屬性等資訊，程式就可透過演算法於線上提供自動化投資建議，惟真正下單的行為還是需由投資人自己執行。

(四) 區塊鏈應用

區塊鏈一詞很常與比特幣聯想在一起，惟比特幣僅為區塊鏈的中一種應用。區塊鏈技術為一去中心化的分散式資料庫，依靠複雜的密碼學來加密資料，再透過巧妙的數學分散式演算法，讓於網路中令人擔憂的安全信任問題，能在不需要第三方介入的前提下，讓使用者達成共識，以非常低的成本，解決網路上信任與資料價值的難題。

區塊鏈具備的特色有去中心化以及不可竄改性，所謂去中心化即其具備「開放性」與「獨立性」，使用者不需依靠額外的機構與設施共享區塊鏈，每一個區塊鏈上的資料都分別儲存在不同的雲端上，核算和儲存都是分散式的，每個節點都需要自我驗證、傳遞和管理，去中心化為區塊鏈最核心的本質特色。

而不可竄改性代表區塊鏈中的每一筆資料一旦寫入就不可以再更動，只要資料被驗證完就永久的寫入該區塊中，透過一對一的函數來確保資料不會輕易被竄改，該函數很容易被驗證但卻非常難以破解，無法輕易回推出原本的數值，資料也就不能被竄改，每個區塊得出的值也會被放進下一個區塊中，讓區塊鏈之間的資料都被正確的保障。根據麥肯錫(2016)報告指出，區塊鏈未來於金融產業的潛在應用，可能包含有數位貨幣、跨境支付、供應鏈金融、證券發行與交易，以及客戶徵信反詐欺等。

數位貨幣之應用中，將可大幅降低銀行間清算、結算和法遵、審計成本，並催生更多創新應用場景。於跨境支付中，區塊鏈之使用可實現點到點的交易服務，減少中間手續費用，降低跨境支付與結算的交易成本，提供營利空間。供應鏈金融中，將可藉由自動化流程，減少人為操作，降低成本以及操作之風險。於證券發行與交易服務上，區塊鏈應用將可取代人工作業、提升交易結算效率、重置融資交易流程。最後，於客戶徵信反詐欺之中，區塊鏈因具共享性與不可竄改性，列入黑名單之客戶資料記載於區塊鏈中，將有助於銀行辨識與監測異常交易行為，降低銀行系統性風險，防止金融犯罪。

(五) 新興市場平台

新興市場平台其中之一為群眾募資平台，群眾募資平台為利用網路平台展示、宣傳計畫內容或是原生設計與創意作品，並與大眾解釋通過募集資金讓此作品量產或實現的計畫。有意支持、參與及購買的群眾，可藉由「贊助」的方式，讓此計畫、設計或夢想實現。在一定的時限內，完成事先設定募資的金額目標後即為募資成功，可以開始進行計畫。群眾募資是透過網路上的平台連結起贊助者與提案者，用來支持各種活動，包含災害重建、民間記者、競選活動、創業募資、藝術創作、自由軟體、設計發明、科學研究以及公共專案等。

群眾募資組成的關鍵因素主要有專案推動者、支持理念構想的群眾以及適合的平台。缺少上述任何一方就無法構成群眾募資，而專案推動者需於發想時，思考並找出可能面對的群眾，尋找適合的募資平台；群眾則於平台上瀏覽適合的提案，挹注相關資源於其中。

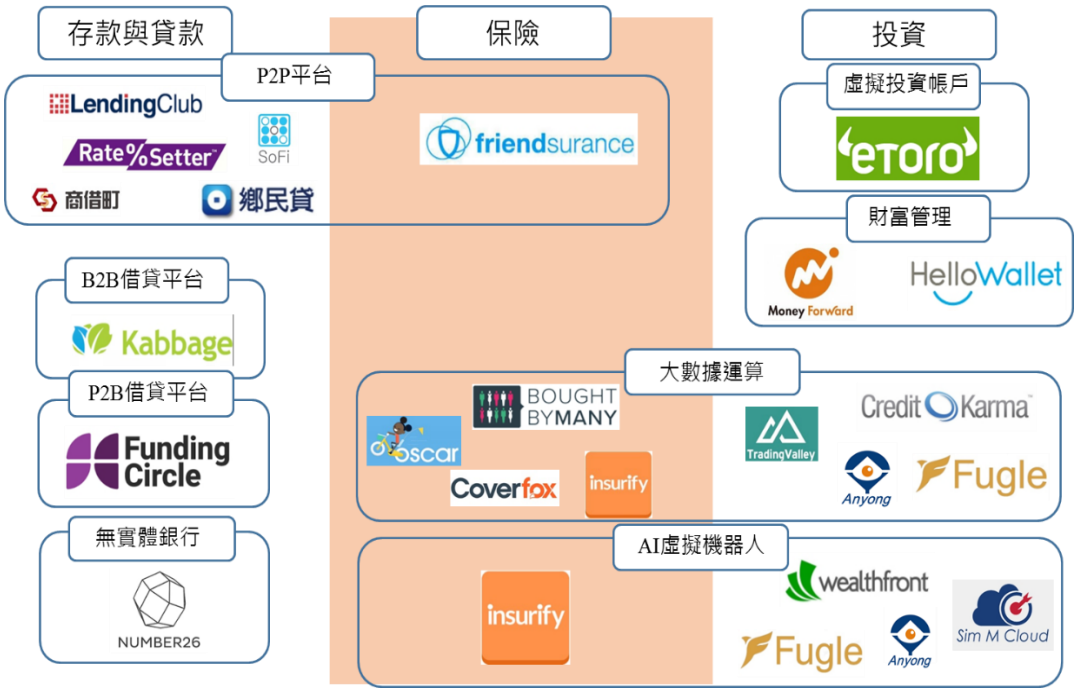
二、金融科技國際發展案例

金融科技之發展為金融產業帶來新的衝擊與變革，相關國際發展案例上，如存放款業務目前已衍生出 P2P、B2B 以及 P2B 借貸平台；保險業務也不在只是傳統的人工試算與判別，也開始引進大數據與 AI 人工智慧的應用；投資業務除透過大數據與 AI 人工智慧的運用外，也有如設置虛擬投資帳戶讓客戶模擬實際的投資情形，待顧客確認市場趨勢後再行實際投資(如圖 8- 2)。

於個別案例之中，存款與貸款新創公司如德國 Number26，其為德國無實體機構之網路銀行，從開戶到客服皆可於網路上進行，透過整合實體窗口，用戶可於其他銀行 ATM 存款與提款，亦可用手機程式進行提款與付款之行為。

而保險公司如美國汽車保險公司 Metromile，該公司透過 IoT 裝置進行里程保費計算，再另與基本保費合計。而隨共享經濟的興起，該公司也結合共享經濟概念，讓 Uber 車主能於個人與商業上之保險無縫切換。又如美國汽車保險公司 Insurify，該公司客戶僅需透過上傳車牌照片，公司運用 AI 技術搜尋使用者個人訊息與駕駛紀錄，經過分析後推薦適合之保險；或可透過大數據分析汽車型號與個人資料數據，推薦適合之車險，該公司亦運用虛擬機器人 Evia 答覆客戶保險產品的疑問。

而投資業務新創公司如 Credit Karma，其為美國投資理財公司，該公司透過挖掘用戶資料數據，並利用演算法推薦金融商品，提供完善的分析與決策服務。另一家美國理財服務公司 Wealthfront，該公司提供透明的投資機制，並運用 AI 理財機器人判斷與制定投資組合。另根據市場變化情形，調整用戶投資理財模型，降低用戶風險。



資料來源：資策會(2016)，金融科技創新精選個案，本研究彙整

圖 8- 2　金融科技國際發展案例

由上述彙整內容可歸納出，現今金融科技國際發展主要聚焦於存款與貸款、保險、投資等三大面向，主要是利用平台架構去進行存款與貸款跨域連結或是利用平台架構去媒合借貸雙方需求。另外，有關保險之發展，也可朝向與投資主要運用大數據運算和 AI、機器人科技技術來進行跨領域連結合作。至於投資部分，目前發展重點在於虛擬投資帳戶、財富管理項目，相關應用實務作法則是透過挖掘金融業用戶資料，並採用演算法模擬並推薦金融商品，提供消費者更完善的分析與決策服務。

第二節　我國金融科技發展面臨的挑戰與未來發展

一、金融科技定義範疇與產業發展面臨的挑戰

(一) 產業定義與範疇

新興科技發展應用於金融產業而言，主要有兩大趨勢：分別是以科技起家的公司涉足金融領域的科技金融(TechFin)，是為破壞式創新；及以金融機構發展科技創新的金融科技(FinTech)，未來金融業務創新模式範疇需視國內法規制度放寬程度而定。依據 WEF(2015b)報

告指出，金融科技於金融產業之六大應用面向主要是以支付、保險、存放款、市場資訊、投資管理與資本募集等。

首先，支付為金融服務重要核心功能之一，如金融卡、信用卡、轉帳卡、儲值卡、虛擬貨幣及電子商務等的使用。而金融科技帶來許多支付創新的興起，透過行動裝置與連網設備讓支付程序更趨簡化，造就無現金的環境以及新興的支付管道。此外，存放款業務因全球經濟活動已漸從實體交易轉化成虛擬世界的發展趨勢，新的貸款平台將改變過去融資的評價機制以及貸款發放，同時也將開發非傳統的資金來源，而該市場的新進入者將會以顧客為第一考量，故可能迫使銀行重新定義自己的角色。再者，保險產業受到新興科技的影響最為明顯，如網路、行動裝置、智慧型感測器、遠程訊息處理技術、先進分析技術及共享經濟等創新科技，未來保險業務將可能朝向規模經濟、個人化商品與個別費率以及客戶導向之發展。另外，投資管理隨著自動化、演算法與人工智慧的應用(如自動投資顧問服務及交易平台)，透過電腦演算、程式交易等系統服務來提供線上理財諮詢，新型態自動投資顧問憑藉低成本及精密演算技術，改變現有理財顧問經營模式，讓投資人變得更有自主權。

除支付、存放款、保險、投資管理等傳統金融業務外，市場資訊受數位化發展，新型態的資訊平台(如社群平台)改善各市場之間的連結，亦同時提高市場資訊的流動與效率，且由於演算法的應用日益成熟，高頻交易市場快速發展，透過演算法及程式設計完成交易、迅速捕捉微小投資機會、頻繁下單、交易時間短暫以避免隔夜風險等。至於，針對資本募集由於網路發展迅速，過去微型創新企業其資本及營業規模較小，且缺乏營運歷史資料，屬於授信風險較高之族群，因此難以經由傳統金融中介機構以貸款方式取得所需營運資金，而群眾募資平台的出現，讓募資管道更為多元，降低中小企業籌資成本，以協助扶植新創企業發展。

(二) 未來產業發展的挑戰

金融科技發展主要是提升金融機構的經營效率，對消費者而言，也可享受更便利的服務，但隨著科技於金融的導入，許多監理與法遵的議題也將更被重視。傳統金融科技已成為全球趨勢，其發展可為國

家社會帶來顯著的效益，如可強化金融業競爭力、提升金融服務效率與品質、促進市場競爭，增加金融體系透明度，以及實現普惠金融。但亦伴隨許多潛在風險，對金融監理工作造成不小的挑戰，如資安威脅、監理套利、洗錢防制工作難度增加等。如何在鼓勵創新與預防風險間取得平衡，在有效控制風險的前提下，讓金融科技創新獲得充分發展，以利整個國家社會享有創新所帶來效益，係金融科技發展上的一大挑戰。

除上述相關議題之外，因應新興科技之發展，不只金融行業，各個行業也都面臨相同的問題，意即傳統法規的不適用，尤其金融產業為一具敏感的行業，涉及個人資產的議題。我國既有法規於金融行業中為較嚴格的規範，未來既有法規的鬆綁或是新興法規的制定，如何於科技發展與資產保護中加以權衡，亦為金融科技發展的難題。

各國對於金融科技的政策考量上，多集中於金融穩定性、個資保護、監理作法等面向。新興科技的出現將增加金融交易的速度與次數，大量依賴自動化交易，可能導致金融市場資產價格產生較大的波動性和不穩定性，故如何維持金融穩定性，也有賴當權者的決策。金融科技的發展多為科技產業所加以推動，若相關金融科技議題於大型科技公司如 Google、Facebook 等，相關公司發展各自的金融科技之遵循規則後，將大幅打破傳統金融體系的環境，為一需關注的焦點。最後，新興科技的導入讓傳統金融業者需開始學習新興科技的知識，金融科技也因科技的使用衍生跨領域人才的需求，如具 AI 與大數據知識的科技人才，亦需了解金融產業相關知識；具科技產業知識亦需同時了解金融法規規範等，未來關鍵人才的培育將為國家發展金融科技的關鍵。

以金融監理沙盒為例，其概念最早由英國提出，讓創新金融服務可排除法令限制，在可控管的環境下先實驗，一方面鼓勵金融科技創新，同時也能避免金融科技造成風險或危害消費者權益。另一方面，亦使監理機關知道如何調整法規制度提高創新能量。我國為了因應金融科技(FinTech)的發展趨勢，借鏡新加坡的發展脈絡， 2017 年 12 月我國立法院三讀通過「金融科技發展與創新實驗條例」(俗稱金融監理沙盒條例)，這是繼英國、新加坡、香港以及澳洲之後，全

世界第五位擁有監理沙盒制度(Regulatory Sandbox)，未來，在監理沙盒的實驗場域及期間內，國內業者將可不受現行法規限制試驗創新，並與監管者共同解決在測試過程中可能產生的監理與法律議題，對於促進金融科技創新意義重大。

而在金融網路交易的環境中，網路安全議題更需被關注，客戶之身分識別為發展首要關鍵，如何兼顧資訊安全與客戶體驗，成為金融業者面對的最大挑戰。另外網路時代於資料蒐集與利用等愈趨便利，區塊鏈的客戶資料被儲存於開放的網路節點，交易資料透明，個戶資料的保障以及網路服務所使用的演算法正確性等，也需被妥善監管。於監理議題中，除思考金融產業與科技產業監理之平衡外，金融科技當中行動金融服務主要由金融機構、電信機構或其他業者開發之金融服務，透過行動裝置加以存取與使用，惟金融與電信業者分受不同部門監理，如何制定監理框架，衡量監理比例，提供創新空間並識別潛在風險，以確保金融穩定及保護消費者，成為各國共同面對的挑戰。同時，隨著網路跨國界的無縫運作，國際合作對於確保有效的監理至關重要，但目前各國的監理方法尚未統一。

二、我國金融科技政策推動規劃方向與未來發展方向

(一) 主要政策推動方向與內涵

根據金融監督管理委員會於 2016 年所發布之金融科技發展策略白皮書，我國金融科技之施政願景在於創新數位科技以及打造智慧金融。為積極推動金融創新措施，拓展金融服務範圍、健全金融風險管理、打造數位環境及保障金融消費者權益，賦予金融機構前瞻與開創性之角色，讓金融中介功能獲充分發揮，同時也達到協助產業發展的目標。我國金融監督管理委員會於金融科技發展主要規劃理念在於建立金融科技生態系統，該系統包含 4 項關鍵成功要素，包含商業環境、政府支持、資本取得、輔導諮詢等，分述如下：

1. 商業環境：金融科技生態系統需營造整體成本優勢，提供具有豐沛高素質之金融專業與科技跨領域人才，形成發展聚落，整合各種服務資源，以及可用的高品質與低負擔之基礎設施。
2. 政府支持：政府影響生態系統許多層面，在金融科技發展相對成熟如歐美等地，政府著重於策略、法規，以引導產業發展，

在剛起步的區域，政府則應參與整個生態系統，規劃產業發展政策，營造易於經營商業環境與用地，提供稅賦優惠、放寬國外人才引進等投資獎勵措施。

3. 資本取得：為鼓勵培育金融科技新創事業，政府可提供新創事業發展基金，或引進私募、創投、金融機構等相關資金，協助籌資並給予初期的財務支持，政府亦可成立創新育成中心或加速器，提供相關營運之設施，減輕新創業者資本壓力。
4. 輔導諮詢：金融專業與科技相關技能是建構金融科技生態系統的要件，政府可透過創新育成中心或加速器，提供新創業者從早期創意發想，商業化交易流程建立，到最後監理制度與法規諮詢服務，以確保遵循法律和稅務規則，並協助新創事業評估投資風險。

我國未來於金融科技之發展上，擁有三大優勢如經商便利度高、完善資通訊基礎建設以及高素質之人力資源。我國雖擁有上述優勢，惟金融科技投資並未如國際發達，故金融監督管理委員會借鏡 WEF 於 2015 所發布之報告，就目前金融服務之發展趨勢，輔以國內現況之分析，規劃並建構金融科技生態圈，後續施政重點從金融科技的應用、管理、資源與基礎等 4 個面向分析，列出 11 項應優先發展或強化項目(如圖 8- 3)。

資料來源：金融監督管理委員會(2016)，金融科技發展策略白皮書

圖 8- 3　我國金融科技產業施政重點

各施政重點引述金融科技發展策略白皮書內容，從應用面端，分別涵蓋銀行業、證券業、保險業、電子支付以及虛實整合金融服務，說明如下：

1. 電子支付：藉由政府推動及業者推廣的雙重管道，加速提升國內電子支付普及率，將現行電子支付占民間消費支出的比例由26%或電子支付交易筆數由 30 億筆，在 5 年內倍增。
2. 銀行業：鼓勵實體及虛擬卡片卡號代碼化技術之運用、完成租稅政策與電子支付比率相關研究、成立專案小組研議是否將網路借貸(中介)業務(P2P)納入金融管理必要性、支持金融機構運用金融科技及外部資訊處理委外服務。
3. 證券業：證券網路下單比率達 70%、推展自動化交易機制(機器人理財顧問、基金網路銷售平台)、強化證券期貨業雲端服務及深化大數據運用成效
4. 保險業：推動網路投保、鼓勵業者投入金融科技創新及研發保險商品、推動保險業將大數據運用於核保、理賠及費率釐定等方面。
5. 虛實整合金融服務：維持實體與虛擬金融分支機構併存發展，優化營業據點，實現服務主體與管道多元化，建構完整而全面之金融服務體系；透過應用新科技建置大數據信用分析模式，強化國內金融機構之信用風險預警能力。
6. 於管理面中，則包含法規調適以及風險管理，說明如下：
7. 法規調適：積極推動金融創新及法規鬆綁，主動蒐集金融機構及金融科技業者所遭遇的法規問題，並廣納各界對於金融法規鬆綁之建言，落實建立友善的法規環境。
8. 風險管理：落實雙翼監理，視新型態服務及資訊安全的發展趨勢，適時調整監理措施，並督促業者建立自律規範及管控措施，關注風險管理和消費者保護；建立金融資安資訊分享與分析中心(F-ISAC)，提升金融資安預警及應變處理能力。

另針對資源面，如人才培育以及創新創業育成之資源設計等，說明如下：

1. 人才培育：「金融科技發展基金」推動人才培育計畫、金融機

構建置轉職輔導與人員退場機制、金融科技關鍵人才供需調查及職能分析、拓展金融機構及訓練單位與大專校院產學合作規模、持續推動訓練機構與國際相關機構交流及合作、提供大專校院規劃金融科技跨領域課程之參考。

2. 創新創業：短期規劃「金融科技發展基金」提供金融科技新創事業的創新基金與輔導資源，中長期規劃建立與全球接軌之金融科技創新育成中心。

最後，針對基礎面部份則包含區塊鏈的應用、網路身分認證等，如下說明：

1. 區塊鏈：透過各周邊單位與相關金融智庫，推廣區塊鏈技術，建議銀行公會成立應用研究小組，鼓勵金融業者投入區塊鏈技術研發應用。
2. 身分認證：建構整合安全的網路身分認證機制，提供便捷免臨櫃跨業別網路身分認證，以促進發展多元化之金融科技應用。

(二) 未來科技應用推動發展方向

金融科技產業未來發展情境，隨著 AI 科技、物聯網、大數據、區塊鏈以及社群平台的發展，已開始改變傳統金融服務的經營模式，未來金融服務業將更趨蓬勃發展，如圖 8- 4 所示。就金融產業的貸放款業務而言，未來透過大數據與物聯網的應用，可以更精確分析客戶之信用水準，以企業公司而言，透過大數據的資料能精準掌握該公司之財務情形，如財務報表、信用紀錄與退票紀錄等資訊，再對企業進行信用評等，再依此核貸額度，降低銀行貸款風險。而物聯網感測設備將可掌握企業公司所提供的動產抵押品，可有效的追蹤與掌控，透過物聯網的感測技術即時掌握抵押品的行蹤，讓動產具備了不動產的屬性，方便銀行進行管理。

另外，行動支付是數位時代行動經濟的重要發展，我國已於 2015 年邁入「行動支付元年」，國內消費者在行動支付上有相當大的需求，將近 7 成的消費者希望感應式支付能夠普及，而且至少已有 6 成的民眾其信用卡已具有感應支付功能。現今手機等行動裝置在我國普及率非常高，其實是具備推動行動支付的良好基礎，亦有越來越多的商家接受行動支付付款。目前行政院正推動「數位國家・創新經濟發展

方案(簡稱 DIGI+方案)」等政策，透過修訂與鬆綁法令，建置友善的行動支付生態環境，同時搭配資通訊安全產業，以達到 2025 年行動支付普及率提升至 90%的政策目標。

而就保險業者而言，結合物聯網設備，如透過車聯網的應用，蒐集客戶駕駛數據，包含車況、里程甚至駕駛行為等；另外，透過穿戴於人體的裝置，可了解該客戶一切身體健康資訊，獲取即時的資訊，協助業者更容易進行保費的計算，甚至可達成客製化費率的計算。

就消費者而言，物聯網設備結合電子支付之功能為目前應用較廣之項目，未來隨著人體特徵驗證如指紋、虹膜、掌紋、人臉與聲紋等識別應用取代密碼支付之方式，將可讓交易行為更趨安全。消費者也可以透過 App 應用程式進行個人消費支出預算控制，亦可觀察消費商品金額、種類與地點等。銀行業者將可運用大數據分析及雲端計算技術，預測客戶的需求，提供相對應的消費建議與產品等，提高客戶滿意度與忠誠度，亦可達到精準行銷的目標。另外，透過物聯網以及大數據的數據資料，AI 人工智慧將可進行資料演算，提供客戶理財以及投資建議，機器理財顧問不因業績等外在因素提供客戶錯誤資訊，將更客觀呈現理財投資之規劃，相較傳統人力的投資規劃，機器人理財顧問具有資產管理門檻低以及收費服務低之特性。

區塊鏈技術於金融產業的應用，因其具備去中心化特性，可實現點到點的交易服務，減少中間手續費用，達到跨境支付以及降低交易成本，而其不可竄改性之特性，於詐欺行為預防中，列入黑名單之客戶資料記載於區塊鏈中，將有助於銀行辨識與監測異常交易行為，降低銀行系統性風險，防止金融犯罪。最後，新興社群平台，讓過去不易透過銀行獲取融資的中小企業與新創業者，能有其他管道獲取產品開發所需資金。新創業者或中小企業於平台中闡述其產品開發理念與構想，吸引有興趣的投資者給予資金支持，讓此相關計畫或設計得以實現。近期亦有銀行業者開始透過社群平台的方式，提供新創業者所需資金，而非僅傳統金融貸款服務。

資料來源：本研究彙整

圖 8- 4　我國金融科技產業未來面對科技趨勢之影響層面

第三節　我國金融科技現今工作及技能需求分析

一、現今金融科技職能基準內容

本研究盤點勞動部勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台資料，就我國目前金融科技產業職能基準相關職務(如表 8- 1)，分述如下：

系統設計人員主要負責評估銀行發展數位金融的設備需要，主要技能需求如金融商品、產業分析、風險管理、金融市場與科技發展等。產品設計人員專責應用金融科技建立、改良相關產品，並執行後續管理監督，所需職能涵蓋金融商品、產業分析、行銷策略、金融市場與科技發展等。數位金融人員完成數位金融相關產品及系統設計、數據分析與數位行銷等事務，所需職能如金融商品、產業分析、企業管理、金融市場以及科技發展等。風險控管人員辨識重要風險控制點，減少公司發生風險事件之頻率與損失金額，主要需求職能為金融市場、法規與風險管理等。數位行銷人員針對數據分析所提供的客群資料，對每一個客群構思、發想適當的行銷策略與活動，所需職能包含金融市場、金融商品、行銷策略與產業分析。數位分析人員則根據全行內部資料庫或綜整外部資料，進行客戶屬性及銷售行為分析，相關職務職能如金融商品、產業分析以及科技發展。

表 8- 1　我國金融科技產業現今職能基準需求盤點

職能基準名稱	工作內容	職能需求
系統設計人員	評估銀行發展數位金融的設備需要	金融商品、產業分析、風險管理、金融市場、科技發展
產品設計人員	負責應用金融科技建立、改良相關產品，並執行後續管理監督	金融商品、產業分析、行銷策略、金融市場、科技發展
數位金融人員	完成數位金融相關產品及系統設計/數據分析/數位行銷	金融商品、產業分析、企業管理、金融市場、科技發展
風險控管人員	辨識重要風險控制點，減少公司發生風險事件之頻率與損失金額	金融市場、法規、風險管理
數位行銷人員	針對數據分析所提供的客群資料，對每一個客群構思、發想適當的行銷策略與活動	金融市場、金融商品、行銷策略、產業分析
數位分析人員	據全行內部資料庫或綜整外部資料，進行客戶屬性及銷售行為分析	金融商品、產業分析、科技發展

資料來源：勞動部勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台，本研究彙整

二、現今金融科技關鍵職缺與技能需求

以金融科技產業關鍵職缺而言，根據金融監督管理委員會所發布之「106-108 年重點產業人才供需調查及推估結果」，將金融產業區分為銀行業、證券業、投信投顧業、期貨業及保險業等五大金融產業，各業別關鍵職缺如下所述(如表 8- 2)。就銀行業而言，目前所需之關鍵職缺如經營管理人員、產品設計人員、系統設計人員、數據分析人員、數位行銷人員以及風險控管人員。

經營管理人員主要工作內容為配合銀行內部業務發展，完成數位金融相關之產品及系統設計、數據分析、數位行銷及數位風險控制，以達成整體營運績效目標。產品設計人員則負責應用金融科技建立、改良相關金融產品，並執行產品後續管理監督。系統設計人員負責評估銀行發展數位金融的設備需要，運用內部建置、外包及後續管理等方式，協助運用金融科技完成業務發展目標。

數據分析人員則依據銀行內部資料庫或綜整外部資料，進行客戶屬性及銷售行為分析，發掘潛在客戶或發起創新行銷活動，提升銷售績效，協助銀行整體達成業務績效目標。數位行銷人員則根據數據分析後所提供的客群資料，對每一個客群構思、發想適當的行銷策略與

活動，提高客戶向心力並提升銷售績效，以促進業務關係發展，進而降低銷售成本。最後，風險控管人員則透過觀察數位金融商品開發及行銷流程，或經由資料庫數據分析結果，據以辨識重要風險控制點，減少公司發生風險事件之頻率與損失金額。

證券業則以程式設計人員、行動 APP 開發人員以及數據分析人員為主要需求。程式設計人員負責金融資訊資安暨程式設計，以符合客戶需求。而行動 APP 開發人員則主要專責行動 APP 之開發，至於數據分析人員則透過大數據資料進行資料分析及研究客戶需求。

於投信投顧業中，主要需求以金融科技開發應用人員為關鍵的職務，該人員主要透過大數據資料分析及研究客戶需求，加以研發創新金融商品。其他工作事項尚包含自動化理財業務規劃與推動、行動商務與網路行銷活動擬定推動、FinTech 領域之平台規劃與建置以及數位金融風險管理與資安管理等。

期貨業中，關鍵職缺以數據分析人員以及雲端服務人員為主要需求，數據分析人員負責大數據資料分析及研究客戶需求，而雲端服務人員則負責雲端服務開發，以符合客戶需求。

最後，保險業則以數位行銷規劃師、資料科學分析師、數位金融專案管理師以及數位金融架構師為關鍵職缺。數位行銷規劃師主要負責規劃及推動數位通路、商品的行銷模式，以及發展數位平台與推廣數位品牌。資料科學分析師則運用資料探勘技術，進行客戶動查及營運數據分析，並建立資料模型，規劃資料採礦系統。

數位金融專案管理師專責評估與導入新創科技應用並發展新商業模式，進行專案管理以及公司內外部溝通，整合公司內部資源，協助數位商品與服務之推廣。最後，數位金融架構師負責研發行動化、雲端與大數據等新技術，並評估科技運用於公司之可行性以及新技術資安控管基礎建設引進評估。

表 8-2　我國金融科技產業關鍵職缺與技能需求

職務名稱	工作內容	技能需求
銀行業		
經營管理人員	配合全行業務發展，完成數位金融相關之產品及系統設計、數據分析、數位行銷及數位風險控制，以達成整體營運績效目標： 1. 從事總行金融科技發展策略規劃與評估 2. 依據發展策略，執行管理任務，建置相關系統或設備 3. 執行資料分析	所需之專業職能為： 1. 國內外金融市場相關法規 2. 金融監理政策 3. 金融市場知識 4. 金融作業流程知識 5. 產業趨勢研判 6. 公司治理 7. 資訊科技應用
產品設計人員	負責應用金融科技建立、改良相關金融產品，並執行產品後續管理監督，以達成下列績效目標： 1. 探索客戶數位金融商品需求及研發相關數位金融產品 2. 研擬數位金融通路營運策略與維繫外部合作關係 3. 協調資源開發產品及分析產品成果並預估未來目標	所需之專業職能為： 1. 客戶需求分析投資規劃 2. 國內外金融市場相關法規 3. 多元化金融商品知識 4. 財務分析 5. 新種金融商品研發 6. 資訊科技應用 7. 產業趨勢研判 8. 顧客導向
系統設計人員	評估銀行發展數位金融的設備需要，運用內部建置、外包及後續管理等方式，協助運用金融科技完成業務發展目標： 1. 從事網路平台規劃、建置、運行管理及優化 2. 運用現有資料建置與維護資料庫，供業務單位進行後續分析 3. 執行資訊安全保障程序與日常管理	所需之專業職能為： 1. 客戶需求分析投資規劃 2. 國內外金融市場相關法規 3. 多元化金融商品知識 4. 資料分析 5. 資訊科技應用 6. 統計 7. 顧客導向
數據分析人員	依據全行內部資料庫或綜整外部資料，進行客戶屬性及銷售行為分析，發掘潛在客戶或發起創新行銷活動，提升銷售績效，協助銀行整體達成業務績效目標： 1. 配合資訊及業務部門建立(大數據)資料庫 2. 建立資料探勘發展程序與模型建置、實測	所需之專業職能為： 1. 客戶需求分析投資規劃 2. 國內外金融市場相關法規 3. 多元化金融商品知識 4. 資料分析 5. 財務分析 6. 統計能力 7. 產業分析

職務名稱	工作內容	技能需求
	3. 進行跨部門溝通，依據部門需要發掘可行之資料庫行銷模式。	8. 顧客導向
數位行銷人員	針對數據分析所提供的客群資料，對每一個客群構思、發想適當的行銷策略與活動，提高客戶向心力並提升銷售績效，以促進業務關係發展，進而降低銷售成本： 1. 針對目標客群進行策略規劃及目標市場定位 2. 依據數據分析資料，整合商品與通路端的資源運用 3. 透過數位通路的開展、改良，保持良好客戶關係與銷售體驗	所需之專業職能為： 1. 客戶需求分析投資規劃 2. 國內外金融市場相關法規 3. 多元化金融商品知識 4. 資料分析 5. 資訊科技應用 6. 行銷策略 7. 顧客導向
風險控管人員	透過觀察數位金融商品開發及行銷流程，或經由資料庫數據分析結果，據以辨識重要風險控制點，減少公司發生風險事件之頻率與損失金額： 1. 瞭解、觀察數位金融發展模式，辨識風險所在 2. 對數位金融發展模式及風險點保持警覺，加強相關內部控制與法規遵循確認 3. 運用現有客戶及交易資料，執行風險分析	所需之專業職能為： 1. 各種風險專業知識 2. 國內外金融市場相關法規 3. 多元化金融商品知識 4. 風險管理模型建置 5. 風險整合 6. 風險管理資訊系統 7. 資料庫建置概念 8. 監理政策
證券業		
程式設計人員	負責金融資訊資安暨程式設計，以符合客戶需求	證券商業務員證照
行動 APP 開發人員	負責行動 APP 之開發	證券商業務員證照
數據分析人員	負責大數據資料分析及研究客戶需求	證券商業務員證照
投信投顧業		
金融科技開發應用人員	1. (大數據)資料分析及研究客戶需求，以研發創新金融商品。 2. 自動化理財業務規劃與推動 3. 擬定並執行行動商務、網路行銷活動 4. FinTech 領域之平台規劃	1. 了解金融商品及熟悉投信投顧相關法規規範 2. 具備網路社群經營、互聯網及大數據資料分析或網路行銷規劃能力 3. 熟悉行動裝置之程式

職務名稱	工作內容	技能需求
	與建置、技術研究與開發 5. 數位金融風險管理與資安管理	開發、統計分析、金融科技與電子商務發展規劃，具金融產業及 IT 知識。 4. 具備證券投資分析人員、投信投顧業務員證照或證券商高級業務員證照等
期貨業		
數據分析人員	負責大數據資料分析及研究客戶需求	期貨商業務員證照
雲端服務人員	負責雲端服務開發，以符合客戶需求	期貨商業務員證照
保險業		
數位行銷規劃師	1. 規劃及推動數位通路/商品的行銷模式 2. 規劃及發展數位平台 3. 經營及推廣網路數位品牌	所需之專業職能為： 1. 擅長品牌行銷與行銷工具運用 2. 熟悉科技相關應用 3. 專案管理能力 4. 熟悉公司商品/服務/文化 5. 了解相關法規監理制度
資料科學分析師	1. 運用資料探勘技術，進行客戶動查及營運數據分析。 2. 營運決策建議 3. 視覺化資料呈現，以符合使用者需求 4. 建立資料模型，規劃資料採礦系統	所需之專業職能為： 1. 擅長統計資料分析工具/軟體使用、市場調查與相關研究方法 2. 熟悉資料探勘、模型建置、預測分析、機器學習與資料視覺化相關知識 3. 了解客戶基礎及市場 4. 熟悉公司商品/服務/文化 5. 具備資料庫或資料倉儲技術證照
數位金融專案管理師	1. 評估/導入新創科技應用並發展新商業模式 2. 專案管理 3. 公司內/外部溝通，以確保任務達成 4. 整合資源，以協助數位商品/服務推廣	所需之專業職能為： 1. 專案管理能力 2. 熟悉科技/資訊科技知識 3. 熟悉公司產品/服務/文化/願景與策略 4. 了解客戶基礎/市場區隔 5. 熟悉產品設計、研究、開發與管理流程與作業內涵
數位金融	1. 研發行動化/雲端/大數據	所需之專業職能為：

職務名稱	工作內容	技能需求
架構師	等新技術 2. 了解並評估科技運用於公司之可行性 3. 評估引進新技術資安控管基礎建設	1. 熟悉科技/資訊科技知識(行動化/雲端/大數據等) 2. 新科技研究開發 3. 應用資訊安全 4. 熟悉公司產品/服務/文化/願景與策略 5. 了解客戶基礎/市場區隔 6. 熟悉行銷應用方法

資料來源：金融監督管理委員會金融科技辦公室(2016)，106-108 年重點產業人才供需調查及推估結果

第四節 我國金融科技未來工作及技能需求分析

一、新興工作類型及技能需求分析

由於本研究針對金融科技產業分析主要是以現有金融業務工作進行數位科技應用與創新，因此透過下述方法，進行本研究金融科技產業新興工作類別分析。

本研究透過盤點我國金融科技產業相關職能基準及關鍵職缺，藉以了解我國金融科技現今重要職務需求及職能/技能需求。此外，本研究據國內金融科技未來產業發展方向與發展特性，針對我國金融科技產業未來新興工作類型進行分析，首先綜合評估美國 O*NET 所發表 New Emerging List 中與金融產業相關的職業類別、美國未來 10 年金融產業(職業代碼(2012 NAICS Code)為 520000)具明顯成長動能的職業類別，加以交叉對照我國職業標準分類尚無明確分類職業，進一步挑選出我國現今尚未明列職業類別但美國金融產業具有發展潛力的職業別。

除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國金融科技產業新興工作類型。整體分析內容分述如下：

(一) <u>挑選美國未來金融產業新興及具成長動能職業類別</u>

由美國 O*NET 發表 New Emerging List 中金融產業相關職業類別，主要包含金融數據分析師(Financial Quantitative Analysts)、欺詐審查員(Fraud Examiners, Investigators and Analysts)、投資基金經理(Investment Fund Managers)、投資保險人員(Investment

Underwriters)、風險管理專家(Risk Management Specialists)、證券和商品交易員(Securities and Commodities Traders)等六類工作。另挑選美國金融產業未來 10 年具成長動能的職業代碼與名稱，其中包含 41-3021 保險銷售代理、13-2052 個人理財顧問、11-3031 財務經理、13-2072 貸款人員、43-9041 保險索賠處理人員、43-4131 貸款採訪人員、41-3031 證券商品和金融服務銷售人員、15-1132 軟體(應用程式)開發人員、13-2051 金融分析師等。

(二) 評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照

由於美國職業標準分類與我國職業標準分類並無直接職業對照表，因此本研究透過國際職業標準分類(ISCO)間接進行上述職業類別我國與美國職業標準分類對照工作。經由對照結果發現，上述職業類別部份為我國現有職業類別(如投資基金經理、投資保險人員、證券和商品交易員等)或以現有金融法規制度限制沒有該職業類別需求(如欺詐審查員)。因此，本研究綜合評估我國金融科技產業未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會的意見蒐集與收斂，進而提出我國金融科技產業新興工作類型分析。

(三) 我國金融科技產業新興工作類別分析

本研究依據美國 O*NET 所發表 New Emerging List 有關金融產業之相關職務工作進行初步分析，惟科技之應用對於未來金融產業之職務影響，以現有我國金融法規環境高度敏感性與專業度，若僅以金融科技業務傳統業務範疇而言，產生新興工作發展可能性不高。本研究透過參酌政府相關單位意見，在本研究架構討論範疇，新興科技對於原有金融產業之影響，主要在於協助效率之提升，以及改變消費者服務體驗[29]。舉例而言，如 AI 人工智慧、大數據以及物聯網的應用，多為透過數據分析提升保險業務或是基金投資等決策參考，而虛擬機器人理財顧問也主要為應用 AI 人工智慧與演算法等科技提供意見，並未產生新興職務。

[29] 針對金融科技發展討論，若是以科技公司針對金融產業進行破壞性創新角度觀察，則產生新興工作機會較高，但考量該內容並不在本研究報告討論範疇，故無較詳細的說明分析。

二、現有職務及技能提升需求分析

由於本研究針對金融科技產業分析主要是以現有金融業務工作進行數位科技應用與創新，因此透過下述方法，進行本研究金融科技產業現有職務及技能提升需求分析。

針對我國金融科技產業現有職務工作技能提升類型分析，考量國際金融科技發展趨勢與我國金融科技產業發展目標與重要發展領域之前提下，根據美國 O*NET 所發表 Bright Outlook List 中針對金融產業職業類別進行挑選，並與我國職業標準分類進行比對，藉以歸納出本研究金融科技產業現有職務工作技能提升類型。至於針對技能需求部份，由於美國 O*NET 職業技能多以一般性文書與資料軟體使用為主(如 SAS、Excel 等)，缺乏產業專業工作技能，故本研究技能需求改以對照歐盟 ESCO 所列之專業技能進行分析。除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國金融科技產業現有職務工作技能提升類型。整體分析內容分述如下：

(一) <u>挑選美國 Bright Outlook List 中金融科技產業領域職業類別</u>

美國 Bright Outlook List 內容共有 434 項工作包含美國各業具有發展前景的職業類別，而美國針對金融產業相關職業類別職業分類有 39 項，將美國 Bright Outlook List 與美國金融產業相關職業類別兩項資料進行交叉比對之後，可得出共有 5 項具有發展前景的金融產業相關職業類別，包含金融貸款業務人員(Loan Officers)、金融分析師(Financial Analysts)、統計精算師(Actuaries)、保險理賠人員(Insurance Claims Clerks)、保險業務人員(Insurance Sales Agents)等。

(二) <u>評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照</u>

本研究進一步彙整美國 O*NET 發表 Bright Outlook List 中金融科技產業相關職業類別且可對照至我國職業標準分類的職業類別，透過國際職業標準分類進行對照，且經本研究主觀歸納後，一共有 5 類，包含金融貸款業務人員、金融分析師、統計精算師、保險理賠人員、保險業務人員，詳細內容請見表 8- 3。

表 8- 3　我國金融科技產業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表

美國職業類別代碼	美國職業類別名稱	我國職業類別代碼	我國職業類別名稱
13-2072	金融貸款業務人員 Loan Officers	3312	信用及貸款人員
13-2051	金融分析師 Financial Analysts	2412	財務及投資顧問
15-2011	統計精算師 Actuaries	2120	數學、精算師及統計學專業人員
43-9041	保險理賠人員 Insurance Claims Clerks	4312	統計、財務及保險事務人員
41-3021	保險業務人員 Insurance Sales Agents	4312	統計、財務及保險事務人員

資料來源：O*NET、我國職業標準分類與國際職業標準分類對照表，本研究彙整

此外，透過產學研座談討論，本研究評估金融科技產業未來發展之所需人力需求類型，增列投資基金經理和衍生性商品交易員。由此，本研究綜合評估我國金融科技未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會意見蒐集與收斂，提出以下 7 類我國金融科技產業現有工作職務技能提升工作類型。

(四) 我國金融科技產業現有職務工作技能提升類型分析：

綜合評估上述結果，針對我國未來金融科技產業發展趨勢現有工作技能提升類型分析，請詳見表 8- 4。[30]根據分析結果，金融科技未來工作技能升級需求如金融貸款業務人員、金融分析師、統計精算師、保險理賠人員、保險業務專員、投資基金經理以及衍生性商品交易員等。

金融貸款業務人員主要負責評估並授權批准個人和企業的貸款申請，所需技能包含分析財務風險與風險管理能力、審查信用評級能力等。而金融分析師主要進行經濟研究與針對盈利能力、流動性、償付能力和資產管理等財務問題進行分析，主要需要進行業務分析與商業研究與相關財務預測能力。另統計精算師主要負責運用技術和統計模型和理論來提供戰略，商業和財務建議，所需技能主要為應用統計

[30] 針對金融產業未來技能需求部份分析，由於金融產業為一受到金融法規規範的產業別，未來金融創新發展狀況需視法規調整狀況而定。考量英國金融發展相對成熟，依據 UKCES(2010) 一文指出未來金融產業需要技能包含風險管理與遵守能力、金融產品知識與建議技能、文化與語言技能更為重要。

分析技術和風險分析等能力。保險理賠人員則處理保險索賠相關工作，因此管理理賠流程與損害評估能力更顯重要。保險業務專員負責販售和提供各種保險建議，因此需要分析保險需求與比較保險產品能力。而投資基金經理則在於負責為基金資產尋找投資渠道，制訂投資策略，並與基金股東或委託人共享投資收益，需要開發金融產品/投資組合能力、審查投資組合與投資分析建議能力。最後，衍生性商品交易員則是替個人或企業買賣衍生性商品，需密切關注金融市場，以實現利潤最大化和風險最小化，在技能需求方面，主要是與客戶溝通與執行金融市場業務等能力。

表 8- 4　我國金融科技產業現有工作職務技能升級類型

工作名稱	工作任務	所需技能
金融貸款業務人員	評估並授權批准個人和企業的貸款申請工作	1. 分析財務風險能力 2. 分析貸款可能性能力 3. 審查信用評級能力 4. 貸款組合風險管理能力
金融分析師	進行經濟研究與針對金融機構盈利能力、流動性、償付能力和資產管理等財務問題進行分析	1. 撰寫財務報告與解釋財務報表能力 2. 進行業務分析與商業研究能力 3. 運用 AI 與大數據分析進行財務預測能力
統計精算師	運用技術和統計模型和理論來提供商業和財務建議	1. 應用統計分析技術能力 2. 制定財務計畫能力 3. 進行風險分析能力 4. 綜合評估財務資訊能力
保險理賠人員	處理保險理賠相關工作，並協助處理問題案件	1. 管理理賠流程能力 2. 公司損害評估能力 3. 審查保險流程能力
保險業務專員	販售並提供各種保險建議(如人壽保險、健康保險、意外保險和火災保險)	1. 分析保險需求能力 2. 運用 AI 與大數據分析計算保險費率能力 3. 比較保險產品能力
投資基金經理	負責為基金資產尋找投資渠道，制訂投資策略並與基金股東或委託人共享投資收益	1. 分析市場財務趨勢能力 2. 制定財務計劃能力 3. 開發金融產品/投資組合能力 4. 管理分析財務風險能力 5. 審查投資組合與投資分析建議能力
衍生性商品交易員	替企業/個人買賣衍生性商品，需密切關注金融市場，以實現利潤最大化和風險最小化	1. 與客戶溝通能力 2. 運用 AI 與大數據分析處理金融財務交易能力 3. 執行金融市場業務能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

三、未來可能減少僱用工作類型分析

據美國金融科技產業未來人力聘用預測狀況，針對事務性及重複規律性質工作，可能出現僱用工作減少狀況，如檔案整理人員、總機接待人員、電話行銷人員、數據 keyin 人員、櫃員等。由於我國金融人員僱用及工作型態與美國不盡相同，美國銀行業者分工較為明確，專業性工作被取代機率不高，而國內金融機構人力運用狀況而言，金融機構的行員未來受到新興科技影響的程度最大，其主要考量因素為我國金融機構基層行員其重複性質的工作內容比重較高且工作內容多元，如銀行行員需處理每天固定金融交易件數、房貸人員/企金人員執行電話行銷工作內容、金融業務人員處理金融數據相關打字業務，上述所提的工作內容多為重複性高性質，面臨未來科技衝擊下，這些工作內容將被機器人或先進科技所取代，因此部份事務性工作，受到人工智慧影響，將不再藉由人力處理，而轉由電腦相關科技代為執行，現有行員面臨這樣的發展趨勢，勢必需要進行新的技能培養，才能保有工作機會。

第九章 我國智慧零售未來工作及技能需求分析

第一節 數位科技趨勢下新零售創新發展模式

一、數位科技應用新零售發展趨勢

現今各種新科技融入民眾消費領域，為生活帶來許多便利，這促使零售業面臨的科技應用與商務創新趨勢，改變傳統零售的經營風貌。近年人工智慧應用興起，以電商虛實整合方式，對於實踐新零售概念最為顯著。新零售的概念是最早由阿里巴巴集團董事主席馬雲於2016 年 10 月阿里雲棲大會所提出，認為未來線上線下零售與現代物流將深度結合，「新零售」要建立全渠道(全通路)聯合方式，以實體店、電子商務、大數據雲平台、移動互聯網為核心，融合線上線下模式，將商品、會員、交易、行銷等數據內容，向顧客提供跨管道的無縫體驗。

以零售業發展歷程而言，在電子商務興起之前，零售業主要以實體店面為主，零售內容可大致區分為商品與服務，如成衣、家具或美髮健身等。電商產業模式興起後，以標準化產品為主的實體通路受到很大的衝擊，這促使實體通路紛紛轉而提供消費者來店體驗性質為主之服務，在實體店面中增加更多能吸引消費者駐留甚至消費的體驗元素，如在銷售標準產品的模式，加入更多非標準化的體驗和服務，以提升消費力道。隨著電商服務普及，這些服務型零售業也開始推出標準化產品，如便利店的餐飲區域、ibon 智能服務，餐飲連鎖店的標準外賣套餐選擇。

然而，電子商務發展經過多年演進，電子商務的營運成本持續提升，消費者觸及率已達瓶頸，零售業也開始慢慢出現發展瓶頸。由於電腦、行動商務滲透率接近飽和，業者開始嘗試開發零售整合服務與產品，將投入的客流成本，透過消費者體驗，蒐集大數據進行消費者行為分析，發揮出最大價值。同時，實體店面也在物聯網新科技輔助下，開發出各種新商業模式與體驗經濟，數位時代的新零售商業模式逐漸成型。

新零售商業模式概念係透過線上線下的網實整合，消費者可以透過網站、APP、實體店面、無人購物站等多元管道隨時下單。不僅僅

是零售服務，更透過智慧化服務系統的整合及大數據優化的庫存管理，讓消費者可以有更好、更方便的消費者體驗。

有關新零售模式內涵可分為四大應用部份：首先是運用物聯網技術所開發的新商業模式與消費者管理系統，蒐集大數據後加值分析，主動挖掘消費者的行為模式與服務或商品需求細節。其次，根據行動支付及行銷工具，將消費者行為及消費模式轉化為網實整合的消費生態體系，將對消費者的情報轉化為實際營收，並強化消費忠誠度。接下來，透過物聯網技術及辨識標籤的應用，整合貨物運送、倉儲管理及物流管理，達到新零售降低庫存的目標。最後，透過物聯網在實體店面及網實通路所蒐集到的大數據資訊，透過人工智慧技術之分析，持續強化顧客服務及跨通路消費者體驗服務，並優化商品營運及供應鏈管理，達到提升客戶忠誠度、線上線下消費流暢度及降低庫存的目標。透過新零售的商業模式達到提升營業收入、降低經營成本、並擴大市場占有率的目標。

綜而言之，新零售概念採用科技創新技術，分析消費者購物經驗為驅動力，結合大數據和雲端技術，提供智慧化服務，且可降低公司經營成本。新零售帶動商業線上線下的網實整合，尤其針對商品製造(供應鏈管理)、商業銷售與服務(網絡行銷、社群經濟)、物流流通(物流設備智慧化)會有明顯發展，觀察我國零售市場，近年由於國內行動支付普及，更加速新零售相關發展。

二、新零售國際發展案例

(一) 無人商店

目前新零售國際最新趨勢發展以無人商店最為矚目，2016 年 12 月 Amazon 提出無人商店的概念，主打拿了就走的快速消費體驗，其後經過內部員工實驗及設計規劃，2018 年 1 月 Amazon Go 正式開放給一般消費者體驗。

無人商店的購物流程為顧客首先開啟手機裡的 Amazon App，掃描後入店，顧客可以拿取架上任何商品，拿取過程中被選取的商品會自動加入該客戶的網路虛擬購物車。購物結束後不需等待排隊結帳，可直接離場，Amazon App 會根據離開商店時的虛擬購物車中的商品，自動結算消費金額，並從該顧客會員帳戶中扣款。無人商店能夠

提供新的顧客體驗，主要依賴店裡各角落的攝影機和感測器，與雲端運算共同完成。從顧客進入店面開始，攝影機錄下他們移動的路線，以及瀏覽商品、拿取、檢視標籤或放回商品的動作，並回傳給機器進行影像辨識。根據影像的判讀對虛擬購物車的商品做出修正。同時，貨架上的重量感測器會偵測商品重量是否產生變化，避免商品被亂放或掉包。最後顧客離開時，位於出口的感應區會啟動網路結帳程序，完成所有購物流程。

無人商店除提供消費者全新購物經驗之外，主要仍在透過各種先進的數位科技，蒐集消費者的購物與偏好的大數據資訊，作為分析消費生態與購物行為，強化商品精準行銷及提升服務體驗，同時也可做為即時提供物流與存貨管理依據。

(二) 阿里巴巴

阿里巴巴發展新零售主要有三種方式，分別以阿里巴巴投資的盒馬鮮生與從傳統零售百貨轉型的銀泰集團，以及服務農村社區的天貓小店為代表。

1. 盒馬鮮生

盒馬鮮生為阿里巴巴重要的新零售試驗場域，除提供店內消費，同時也是倉儲與訂單履行中心，針對每家門市三公里以內的顧客，提供送貨服務。若以整個運作流程來看，盒馬用數據預測每日的進貨量，把資源運用極大化，以店內日日鮮專區，提供每日從產地直送來的肉品或農產品，省去中間運送環節與冷鏈成本等，直接進入盒馬店裡販售，藉以提供有競爭力的商品價格。另外，強調線上與線下的連動，例如消費者可以透過掃描商品上的條碼，獲得與線上店家相同優惠方案。

2. 銀泰集團

針對傳統零售轉型模式，以零售百貨起家的銀泰集團為一重要案例，透過阿里巴巴、淘寶、天貓、支付寶等體系打通後，藉由整合消費場景，讓線上線下商品同價，讓消費者採取線上購物、線下提貨模式，使消費者可以享有整合服務消費體驗，進而實踐零售數位化的過程。另外，銀泰善用科技藉以降低人力成本，如顧客站在試衣間內的鏡

子前，採用自動辨識、大數據技術的「魔鏡」可以顯示建議穿搭、價格與材質等訊息，以供消費者消費參考。

3. 天貓小店

阿里巴巴透過旗下零售通推出的「天貓小店」，用大數據分析提升小店的營運效率。天貓小店經營模式是根據每間店舖周圍消費者，分析淘寶天貓數據，找出最適合這間店的產品。透過整合淘寶、天貓的龐大商業生態優勢，每間天貓小店還會有至少一排專屬的天貓貨架，讓小店有限的貨品陳列，擺放較具競爭力的優質商品，極大程度滿足周邊消費者的喜好。

第二節 我國智慧零售發展面臨的挑戰與未來發展

一、智慧零售定義範疇與產業發展面臨的挑戰

本研究透過智慧零售定義相關產業範疇及未來發展的挑戰，並彙整我國智慧商業政策推動方向，作為我國智慧零售產業未來工作技能需求分析基礎。

(一) 產業定義與範疇

由於新零售模式應用層次與未來發展性相當高，且零售業產業性質為內需型市場，目前各國發展重點各有特色，針對新零售趨勢所採用的名稱亦有所不同。以我國面臨新零售趨勢，經濟部商業司主要是以智慧商業名稱再進行相關政策資源推動，主要是以零售業為主體，搭配物流倉儲規劃，達到智慧零售商業模式，並依此為基礎，進行智慧商業共創規劃。由此，我國未來面臨新零售趨勢，為能聚焦分析我國零售業與物流業的發展，針對我國未來工作技能分析，主要採用智慧零售(包含零售與物流)為本研究的產業分析範疇。

(二) 未來產業發展的挑戰

由於我國零售業是內需型市場且就業吸納比重高，近年跨國購物銷售趨勢成熟，國內存在研發/資訊投資能量不足、多元通路缺乏整合問題，在人才技能需求，應增強消費市場分析與供應鏈管理能力、補強資訊基礎建構與軟硬整合技能。智慧商業的主軸策略是以大型企業的通路品牌加上中小型企業的整合型科技服務，建立一套共用共享的解決方案，以解決我國零售業者在內需市場有限、新科技研發投資

能量不足等困難。並且整合多元通路讓新科技投資綜效發揮到最大，請見圖 9- 1。

資料來源：ITRI 服務系統科技中心，「智慧商業解決方案分享」

圖 9- 1　我國智慧商業解決方案主軸規劃

二、我國智慧零售政策推動規劃與未來發展方向

(一) 主要政策推動方向與內涵

智慧零售雖並非屬於我國 5+2 產業政策範疇，但結合亞州·矽谷創新資源與國發基金，進一步推動相關智慧零售的發展，且經濟部商業司認為未來智慧零售型態具發展重要性，進一步擬定我國智慧商業政策推動方向，請詳見圖 9- 2。

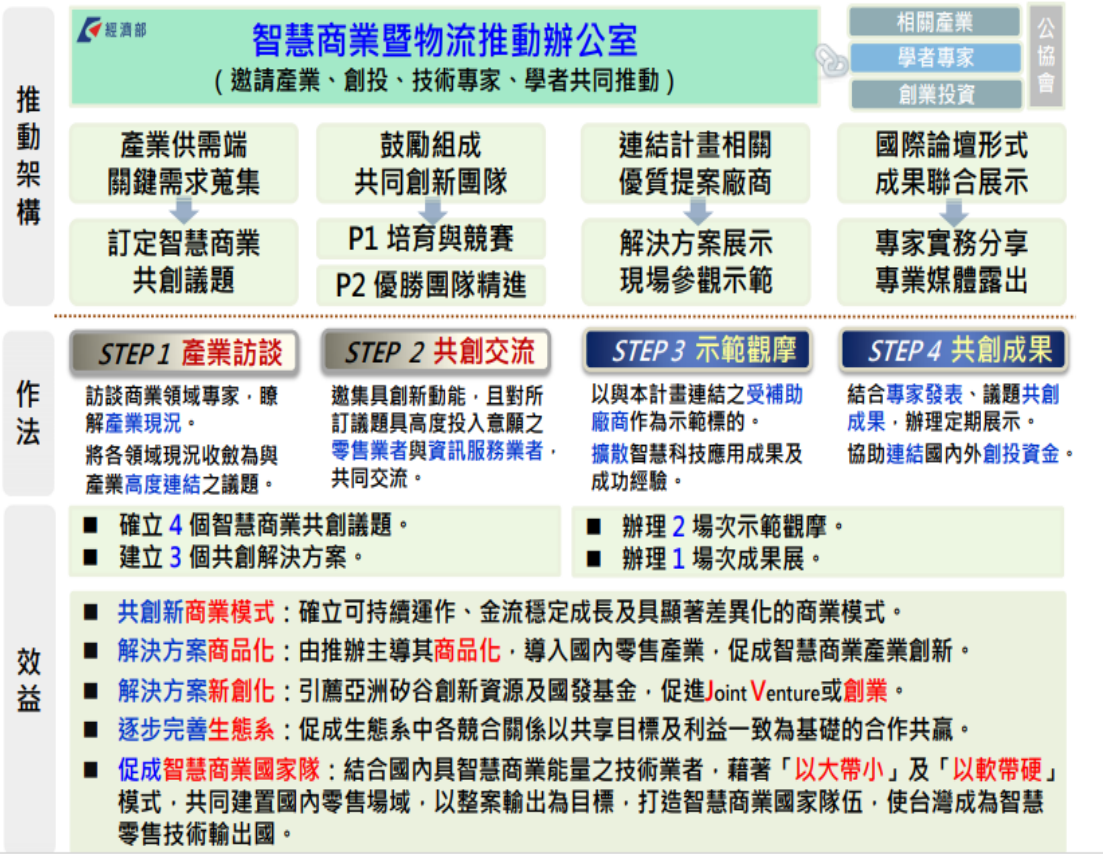
主要推動架構有四：產業供需端關鍵需求蒐集、鼓勵組成共同創新團隊、連結計畫相關優質提案廠商、國際論壇行式成果聯合展示，透過邀請產業、創投、技術專家、學者共同推動。

在作法步驟上，首先透過訪談商業領域專家瞭解產業現況，並將使產業現況收斂與產業高度連結議題。其二，邀集具有創新動能的零售業者與資訊服務業者進行交流；其三，以特定廠商做為示範標的，

擴散智慧科技應用成果及成功經驗。最後，結合專家發表、議題共創成果，辦理定期展示，協助連結國內外創投資金。

透過上述推動架構與作法，主要效益包含 5 點：

1. 共創新商業模式：確立可持續運作、金流穩定成長及具顯著差異化的商業模式
2. 解決方案商品化：由經濟部智慧商業暨物流推動辦公室主導其商品化，導入國內零售產業，促成智慧商業產業創新
3. 解決方案新創化：引薦亞洲·矽谷創新資源與國發基金，促進 JC 或創業
4. 逐步完善生態系：促成生態系中各競合關係以共想目標及利益一致為基礎的合作共贏
5. 促成智慧智慧商業國家隊：結合國內具智慧商業能量之技術業者，藉著以大帶小、以軟帶硬的模式，共同建置國內零售場域的物聯網設備。以整案輸出為目標，打造智慧商業國家隊，使我國成為智慧零售技術輸出國



資料來源：經濟部智慧商業暨物流推動辦公室，「我國智慧商業發展與未來展望」

圖 9-2　我國智慧商業政策發展推動方向

(二) 未來科技應用推動發展方向

我國零售業已經展開第三波革命「零售行動化」，傳統商務的經營概念因為物聯網的應用而產生變化。因此智慧零售的經營模式也必須打破舊的框架。在未來科技應用發展情境方面(請詳見圖 9- 3)，根據工研院服務系統科技中心的整理，主要為運用跨域科技創新研發，建構智慧商業服務應用管理平台，提供便利多元購物(需求面)與建構智慧營運管理(供給面)，滿足消費者購物前中後階段新型態服務體驗。其中，智慧零售未來科技應用方面，主要的領域為物聯網軟硬體架構、人工智慧及大數據分析能力、以及行動科技與多元支付體系。

未來智慧零售發展所需人才，由於物聯網在感知層與網路層的應用屬於科技領域，相關人才必須要懂得最新的相關技術發展，才能將物聯網的科技發展成果應用在商務活動。其次，智慧零售人才必須要擁有創意，能夠開發出新穎可行的創新應用服務，包括透過物聯網的科技協助商家解決實際問題，及透過新科技為消費者創造新的需求。智慧零售的人才必須要能夠將各種科技應用與資訊分析，整合成一個可以套用在不同場域的服務產品(方案)，並且能摸索出可獲利的商業模式。因此，為了符合未來智慧零售科技應用的人才技能需求，除了多元支付體系可歸屬於金融科技領域之外，其他物聯網及大數據分析人才，都是智慧商業服務趨勢下急需的人才領域。

資料來源：ITRI 服務系統科技中心，「智慧商業解決方案分享」

圖 9- 3　我國智慧零售產業未來面對科技趨勢之影響層面

第三節 我國零售業現今工作及技能需求分析

就我國零售相關職能基準內容，根據勞動部勞動力發展署「iCAP職能發展應用平台」，本研究透過盤點勞動部職能基準表列出零售相關關鍵職缺與職能需求，包括批發零售、廣告及市場研究業、電腦系統設計服務業等相關業別，分述如下：

(一) 批發零售業

批發零售業職能基準工作職能整理，請詳見表 9- 1，包括零售業主管類職務、商品採購職務、零售現場的服務人員、監督主管、商品規劃人員及存貨控管人員。其中，在智慧零售發展下，零售第一線工作人員的既有技能，如溝通及人際關係能力仍具相當重要性，但在各項智慧科技的應用下，表中各項既有工作職務所需職能都會隨著零售場域的智慧數位化有技能升級需求。

綜合零售業數位行銷專員必須針對智慧零售的數位行銷特質，依據公司對年度行銷計畫之目標，針對目標消費客群(TA)規劃、執行與管理行銷推廣之專案(含平面、看板、廣播、電視、新媒體、店鋪等)。職能需求方面，數位行銷專員特別重視新媒體操作能力、網路行銷廣告投放能力、消費者行為分析能力及數據分析能力等。此外，如客群分析、目標市場選擇、蒐集市場資訊等傳統行銷能力也仍是數位行銷專員的必備能力。

隨著物聯網在零售場域的佈建與運作日益普遍，大數據的累積使得大數據分析師也日漸成為一項重要的新興職務與職能需求。綜合零售業大數據分析師的工作任務包括針對綜合零售業資料進行擷取、管理、處理，並運用分析方法整合資訊，協助零售業進行重要關鍵決策。因此，與大數據分析相關的職能包括資料融合(data fusion)能力、資料篩選及交叉分析能力、統計軟體操作技能、資料集管理與操作能力、視覺化套件操作技能。此外，市場分析能力，如蒐集市場資訊及產業定位與競爭者比較分析也是必備的能力。

另外，面臨智慧零售發展，針對第一線主管人員需求仍舊存在，新興科技對其影響並非是取代工作機會，而是運用新興科技來提升工作效率。因此，針對主管階層，不論是展店主管、區域主管、門市主管、監督主管，在進行督導人員、業績管理等工作層面，所需職能包

含溝通協調、數據分析能力、成本及時間管理能力等。另外，針對服務人員相關職能需求在於溝通與人際關係技能、處理客戶諮詢或投訴，滿足客戶需求。

在規劃相關人員方面，包含零售場域規劃人員、零售商品規劃人員，主要是進行商品陳列與展示、商品採購等工作內容，職能需求仍強調溝通協調能力、人際關係、計畫及組織能力等。最後，智慧零售業發展少不了物流控管人員，主要進行商品庫存及物流管理，所需職能包含維護庫存訂購紀錄及系統、評估商品市場發展趨勢、管理庫存控制系統等面向。

表 9- 1　我國零售相關業別現今職能基準需求盤點—批發零售業

職能基準名稱	工作內容	職能需求
綜合零售業數位行銷專員	1.依據公司對年度行銷計畫之目標，針對目標消費客群(TA)規劃、執行與管理行銷推廣之專案(含平面、看板、廣播、電視、新媒體、店鋪等) 2.依據數位思維邏輯予以解讀、分析或理解各項資料所代表的意義，跨域共組行銷專案團隊，滿足消費者需求及協助公司創造最佳獲利	蒐集市場資訊、新媒體操作、客群分析、目標市場選擇、跨部門溝通、資料分析與管理能力、多媒體應用、網路廣告使用、網路行銷廣告投放、消費者行為分析、數據分析、行銷策略建議、產業知識的理解能力
綜合零售業大數據分析師	能有效針對綜合零售業之相關資料進行擷取、管理、處理，並運用分析方法整合資訊，協助零售業進行重要關鍵決策	資料融合(data fusion)能力、資料篩選分析能力、交叉分析能力、統計軟體操作、資料蒐集管理與操作能力、視覺化套件操作、蒐集市場資訊、產業定位與競爭者比較分析
綜合零售業展店主管	公司計畫進行展店規劃，擬訂可行性方案	調查分析能力、數據分析能力、空間規劃能力、成本控管、溝通協調能力
綜合零售業區域主管	負責督導全區域內連鎖門市營運管理與人員之相關工作	組織計劃、數字分析解讀、成本及時間管理
綜合零售業門市主管	負責業績管理、門市人員管理、商品管理、日常營運管理、商圈資料蒐集與分析及顧客關係維護，並達成公司訂定之目標	商品銷售、進銷存貨管理、電腦系統操作、問題分析與解決能力

職能基準名稱	工作內容	職能需求
綜合零售業商品採購人員	負責執行零售業貨品採買管理作業以規劃、接洽供應商及議價	市場分析推理、銷售策略思考
零售服務人員	透過與客戶互動提供其產品及服務，旨在增加顧客購物價值並從中獲益的一系列活動	溝通與人際關係技能、處理客戶諮詢或投訴，滿足客戶需求
零售場域規劃人員	依照法令規範，規劃、建立及設計店內商品展示及陳列	溝通與人際交往技能、具有改善視覺陳列的創造性思維與設計能力、妥善運用資源
零售監督主管	在工作場所有效地與員工及顧客溝通，達到銷售目標	溝通及人際關係技能。計畫及組織能力，根據銷售業績，及時調整戰略之時間管理技巧
零售商品規劃人員	進行商品採購並管理供應商	溝通與人際交往技能、分析及研判庫存及行銷記錄能力
零售業存貨及物流控管人員	協助內部商品庫存及物流管理以滿足需求	檢查產品標籤以確保合規性，維護庫存訂購紀錄及系統，評估商品市場發展趨勢，管理庫存控制系統

資料來源：勞動部勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台，本研究彙整

(二) 廣告及市場研究業

其次，面臨智慧零售潮流發展，針對行銷、廣告、媒體企劃等相關生態環境會造成相當大的影響，資訊科技發展帶動物聯網的普及，不僅改變消費者的生活方式，也形成新的網絡媒體形式。隨著零售服務範疇擴大和服務內容的多元化，新媒體在人們生活中的應用越來越多，也更為重要，新型態的行銷手段(社群行銷)與新媒體模式推陳出新，數位化趨勢對於廣告及市場研究業的現有工作需求，主要包括電商行銷企劃人員、行銷助理、廣告文案助理、媒體企劃等工作，主要職能需求包含媒體行銷數據的蒐集與分析能力、計畫執行能力、流量數據解讀分析能力等，詳細內容請見表 9- 2。

表 9-2　我國零售相關業別現今職能基準需求盤點—廣告及市場研究業

職能基準名稱	工作內容	職能需求
電商行銷企劃人員	分析銷售數據，依據資源及預算進行網路行銷活動規劃及執行	文書處理及統計分析軟體運用，數據蒐集及研究評估，權衡媒體優缺點，使廣告規劃符合媒體特性流量分析專業術語及工具應用能力、流量數據解讀分析能力
行銷助理	協助進行產品與服務之行銷相關活動	發展執行時間表的規劃及組織能力、解決可能影響計畫及執行的問題解決能力
廣告文案助理	協助蒐集與整理廣告文案創造相關資料	提高產品品質為目標，蒐集素材，協商及擬定並修改文案
媒體企劃	確認廣告和媒體要求、準備並付費媒體時間表、預訂廣告時間/空間並留存廣告	制定預算、成本和廣告時間表的計算技能、確認來自媒體計畫的資訊和準備媒體時間表的讀寫能力

資料來源：勞動部勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台，本研究彙整

(三) 電腦系統設計服務業

與智慧零售產業生態有關的電腦系統設計服務業相關職能基準，請詳見表 9-3。零售電子商務人員主要工作除了開發電子商務網站系統之外，還包括進行系統評估、導入、建置工作，以期達到管理網路品牌及電子商務解決方案，提升商品銷售及服務。另外，針對零售系統技術人員，主要工作是建立/使用資料庫並進行流程改進，藉以優化客戶管理系統。因此，針對相關數據分析、處理與設計資料庫以符合顧客需求為重要職能需求。

表 9-3　我國零售相關業別現今職能基準需求盤點—電腦系統設計服務業

職能基準名稱	工作內容	職能需求
零售電子商務人員	開發電子商務網站或系統，且帶領開發團隊在既定時間內完成系統評估、導入與建置，以提高銷售和服務	使用資訊系統進行電子商務運作，運用資訊科技與客戶溝通，使用銷售管理系統，管理網路品牌及電子商務解決方案，提升商品銷售及服務
零售系統技術	依據法規和組織的資	操作及維護商店使用之零售

職能基準名稱	工作內容	職能需求
人員	訊要求，建立和使用資料庫並進行系統及流程改進，優化客戶管理	設備，結合科技產品設計工作系統，以符合組織及零售業法規要求。分析、處理和驗證數據規格及報告設計資料庫以符合計畫及組織需求

資料來源：勞動部勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台，本研究彙整

第四節 我國智慧零售未來工作及技能需求分析

一、新興工作類型及技能需求分析

本研究針對我國智慧零售產業未來新興工作類型分析，主要是衡量國際新零售發展趨勢與我國零售相關業別發展狀況之前提下，綜合評估美國 O*NET 所發表 New Emerging List 中與零售與物流職業類別與美國未來 10 年零售業具成長業別狀況，加以交叉對照我國職業標準分類且尚無明確分類職業，進一步挑選出我國現今尚未明列職業類別但美國零售業具有發展潛力的職業別，視為本研究智慧零售產業的新興工作類別。

除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過產學研專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論與調整，最後彙整出我國智慧零售產業新興工作類型。整體分析內容分述如下：

(一) 挑選美國未來零售業新興及類別

由美國 O*NET 發表 New Emerging List 中明列零售業與物流業職業類別包含商業智慧分析師(Business Intelligence Analysts)、系統工程師/架構師(Computer Systems Engineers/Architects)、資料庫專家(Data Warehousing Specialists)、消費資料數據庫架構師(Database Architects)、文檔管理專家(Document Management Specialists)、電子商務專家(Electronic Commerce Specialists)、ICT 項目經理(Information Technology Project Managers)、網絡工程師(Network Designers)、軟體品質保證工程師和測試人員(Software Quality Assurance Engineers and Testers)、網路店家(Online Merchants)、供應鏈經理(Supply Chain Managers)等。

另挑選美國零售業未來 10 年具成長動能的職業包含 41-3099 銷售代表、53-7061 車輛和設備清潔人員、39-2021 非農動物管理人員、

29-2052 藥技士、53-6031 汽車和船舶服務員、49-9098 安裝/維護和維修人員、41-9099 銷售及相關工作人員、53-3099 機車經營者、29-2081 配鏡驗光師、47-2121 玻璃清潔工等。

(二) 評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照

由於美國職業標準分類與我國職業標準分類並無直接職業對照表，本研究透過國際職業標準分類(ISCO)間接針對上述職業類別，進行我國與美國職業標準分類對照工作。再者，考量零售業為一內需型態之產業，我國與美國零售業發展模式具相當差異性，針對上述第(一)內容結果，透過本研究團隊與產學研專家討論之後，以美國 O*NET 資料與未來 10 年具成長動能的職業資料來看，且以符合我國未來智慧零售的新興工作內容類別包含，商業智慧分析師、系統工程師/架構師、資料庫專家、消費資料數據庫架構師，供應鏈經理等，本研究以此作為我國未來智慧零售業新興工作需求之基礎[31]。另外，本研究彙整產學研座談會及考量我國智慧零售發展現況與前景，另外增列物聯網應用企劃師、零售場域規劃人員、人機互動界面設計師、物流智慧自動化企劃工程師等類工作。

由此，為能分析智慧零售產業新興工作類別，本研究綜合評估我國智慧零售產業未來產業發展與科技應用狀況，透過產學研座談會的意見蒐集與收斂，進而提出以下 9 類我國智慧零售產業新興工作類型。

(三) 我國智慧零售產業新興工作類別分析

綜合評估上述結果，我國未來智慧零售產業發展趨勢的新興工作，依據表 9- 4 內容，主要包含市場研究分析師、大數據分析師、物聯網應用企劃師、消費資料庫架構師、零售場域規劃人員、人機互動介面設計師、零售店面智慧化系統設計工程師、供應鏈經理等。

首先，面臨零售業發展會朝向滿足不同消費者的客製化需求，因此，市場研究與相關市場趨勢與消費者資料分析就顯得相當重要。市

[31] 考量我國與美國零售業發展狀況各有其特殊性，故相關職業需求略有差異。因此針對美國 New Emerging List 中零售產業相關職業類別與我國智慧零售產業新興工作類別，曾依我國產業發展需求與職務適當性進行職務需求名稱調整。其中，商業智慧分析師對照至市場研究分析師、系統工程師對照至店面智慧化系統設計工程師、資料庫專家對照至大數據分析師、消費資料數據庫架構師對照至消費資料庫架構師。

場研究分析師主要是蒐集、分析市場資訊，且找出產品潛在客戶或目標群體，所需技能主要包含分析消費者購買趨勢的能力及消費市場調查能力等。另外，針對消費市場的大數據分析師，是分析智慧零售消費者行為資料，相關資料處理能力皆為重要的技能需求。然而，除了消費者數據分析外，消費資料庫架構工作在大數據聯網趨勢下會趨顯重要，因此消費資料庫架構師主要依據零售消費場域發展蒐集資料，設計數據模型和數據庫，技能需求主要包含建構數據庫/軟體設計能力、管理數據庫/數據交換標準等能力。

再者，針對物聯網應用發展及相對的零售場域發展變化，物聯網應用企劃師、零售場域規劃人員、人機互動介面設計師、店面智慧化系統設計工程師等類工作，皆為我國發展智慧零售重要的新興工作類型。物聯網應用企劃師主要針對目標消費客群，提供合適的物聯網解決方案，需要具備物聯網系統導入風險評估能力、應用層雲端平台與中介軟體評估能力、應用層系統備援方案評估與導入能力等。再者，考量零售業未來導入人機互動的層次和規劃會逐漸普及，人機互動介面設計師主要設計符合使用者體驗且具架構延展性人機互動介面，所需 O2O 使用者經驗的研究及測試能力、O2O 產品功能開發與優化能力都相當重要。店面智慧化系統設計工程師主要是設計與建構及維護消費場域各項物聯網設備，並連接消費資料數據庫。技能需求包含改善視覺陳列的創造性思維與設計能力、系統設計(如影像識別 AI、貨架感測系統)能力。另外，零售場域規劃人員主要是協助智慧化系統設計工程師，使零售場域規劃符合人因工程需求，技能需求包含人際關係溝通能力、改善視覺陳列的創造性思維等。

智慧零售發展，除了零售業發展之外，物流搭配協調增加商品的運送效率與提高消費者滿意度是息息相關的。因此，本研究依據研究成果，針對物流部份，彙整出供應鏈經理、物流智慧自動化企劃工程師等兩類新興工作類型。

供應鏈經理工作內容主要是改善供應鏈流程以提升公司營收，所需技能包括管理庫存與估算商品成本、評估供應商風險、分析物流/供應鏈趨勢與策略等能力。另外，物流智慧自動化企劃工程師主要是

優化物流作業、評估導入物流智慧化技術與效益。所需技能包含智慧化技術選型[32]及配置設計、人機操作程序規劃等能力。

表 9-4　我國智慧零售產業未來新興工作類型

工作名稱	工作任務	所需技能
市場研究分析師	蒐集分析市場資訊，且定義產品潛在客戶或目標群體，及有效接觸顧客	1. 分析消費者購買趨勢能力 2. 分析市場調查結果能力 3. 確定市場客戶需求能力 4. 消費市場調查能力
大數據分析師	針對零售消費者行為資料，進行擷取、管理、處理，並運用統計方法整合資訊，預測潛在消費客群行為，協助零售業者進行重要行銷關鍵決策	1. 市場資訊蒐集能力 2. 數據整理與分析能力 3. 問卷設計與分析能力 4. 統計軟體操作能力 5. 資料庫管理與操作能力 6. 專案管理能力 7. 績效與評估能力 8. 視覺化套件操作能力
消費資料庫架構師	根據零售消費場域蒐集資料，設計數據模型和數據庫，供後端數據處理及分析使用	1. 分析業務需求能力 2. 應用 ICT 系統理論能力 3. 建構數據庫/軟體設計能力 4. 定義技術要求能力 5. 設計數據庫方案能力 6. 開發自動遷移方法能力 7. 管理數據庫/數據交換標準能力
物聯網應用企劃師	瞭解物聯網應用趨勢，針對目標消費客群，提供合適的物聯網解決方案，執行物聯網應用服務流程專案規劃工作	1. 市場資訊蒐集能力 2. 產業分析能力 3. 物聯網系統導入風險評估能力 4. 應用層雲端平台與中介軟體評估能力 5. 應用層系統備援方案評估與導入能力 6. 溝通協調能力
人機互動介面設計師	設計符合使用者體驗且具架構延展性人機互動介面	1. UI/UX 設計與調整能力 2. O2O 使用者經驗的研究及測試能力 3. O2O 產品功能開發與優化能力 4. 溝通協調能力 5. 熟悉作業系統官方設計準則與差異能力 6. 熟悉繪圖軟體工具能力 7. 數位及平面美編設計能力

[32] 所謂的技術選型係指針對智能物流管理系統內產品之生產、儲存、運輸、銷售等過程進行追蹤及設計相關排程，以保證產品流通安全，提高物流效率。

工作名稱	工作任務	所需技能
店面智慧化系統設計工程師	依據法規及企業需求，設計與建構及維護消費場域之各項物聯網設備，並連接消費資料數據庫	1. 設計及維護消費場域使用之端點互動科技設備(如AR/VR、beacon、無線通訊設備)能力 2. 系統設計(如影像識別 AI、貨架感測系統)能力
零售場域規劃人員	1. 依照法令規範，規劃、建立及設計店內商品展示及陳列 2. 協助智慧化系統設計工程師，使零售場域規劃符合人因工程需求	1. 溝通與人際交往能力 2. 改善視覺陳列的創造性思維與設計能力 3. 應用互動科技之人因工程技術能力，使智慧零售場域適合消費者生理及心理需求
供應鏈經理	改善供應鏈流程以提升營收	1. 管理庫存與估算商品成本能力 2. 評估供應商風險能力 3. 分析物流/供應鏈趨勢與策略能力 4. 維持與客戶/供應商關係能力
物流智慧自動化企劃工程師	物流作業優化、導入物流智慧化技術與效益評估	1. 物流作業流量及訂單模式分析能力 2. 物流作業技術及流程合理化分析能力 3. 作業功能區域及動線規劃能力 4. 智慧化技術選型及配置設計能力 5. 人機操作程序規劃能力

資料來源：本研究彙整

二、現有職務及技能提升需求分析

針對我國智慧零售產業現有職務工作技能提升類型分析，考量國際零售發展趨勢與我國智慧零售產業發展狀況之前提下，根據美國 O*NET 所發表 Bright Outlook List 中針對零售產業職業類別進行挑選，並與我國職業標準分類進行比對，藉以歸納出本研究智慧零售產業現有職務工作技能提升類型。至於針對技能需求部份，由於美國 O*NET 職業技能多以一般性文書與資料軟體使用為主(如 SAS、Excel 等)，缺乏產業工作特性之技能，故本研究技能需求改以對照歐盟 ESCO 所列之專業技能進行分析。除透過上述次級資料比對外，本研究亦透過專家座談會的意見蒐集，將上述研究初步分析進行綜合討論

與調整，最後彙整出我國智慧零售產業現有職務工作技能提升類型。整體分析內容分述如下：

(一) 挑選美國 Bright Outlook List 零售業領域的職業類別

美國 Bright Outlook List 內容共有 434 項工作包含美國各業具有發展前景的職業類別，而美國零售業相關職業類別分類共有 97 項，將美國 Bright Outlook List 與美國零售業相關相關職業類別兩項資料進行交叉比對之後，可得出共有 4 項具有發展前景的零售業相關職業類別，包含零售銷售人員(Retail Salespersons)、第一線零售銷售主管人員 (First-Line Supervisors of Retail Sales Workers)、銷售及相關工作人員 (Sales and Related Workers, All Other)、客戶服務代表(Customer Service Representatives)等。

(二) 評估上述第(一)項內容並與國內職業標準分類進行對照

本研究進一步彙整美國 O*NET 發表 Bright Outlook List 中零售相關產業職業類別且可對照至我國職業標準分類的職業類別，透過國際職業標準分類進行對照，一共有 4 類，詳細內容請見表 9- 5。

表 9- 5　我國智慧零售產業現有職務工作技能提升類別之我國與美國對照表

美國職業類別代碼	美國職業類別名稱	我國職業類別代碼	我國職業類別名稱
41-2031	零售銷售人員 Retail Salespersons	5220	商店銷售有關人員
41-1011	零售銷售人員一線主管 First-Line Supervisors of Retail Sales Workers	5220	商店銷售有關人員
41-9099	銷售及相關工作人員 Sales and Related Workers, All Other	5249	未分類其他銷售及展示工作人員
43-4051	客戶服務代表 Customer Service Representatives	4222	接待員及服務台事務人員

資料來源：O*NET、我國職業標準分類與國際職業標準分類對照表，本研究彙整

不論由上述所挑選出來的職業類別或是由美國未來十年具有成長動能的零售相關職業類別來看，以本研究針對智慧零售的範疇，可以發現未來需要針對技能提升的類別大多為銷售代表相關人員。因此，本研究，為能分析我國智慧零售產業現有職務工作技能提升類別，本研究綜合評估我國零售業未來產業發展與科技應用狀況，透過

產學研座談會的意見蒐集與收斂，進而提出以下 3 類我國智慧零售產業現有工作職務技能提升類型[33]。

(三) 我國智慧零售產業現有職務工作技能提升類型分析

綜合評估上述結果，我國智慧零售產業現有職務工作技能提升類型相關工作任務與所需技能，請詳見表 9- 6 內容。

本研究主要列出零售業主管、零售業服務人員、綜合零售業數位行銷專員等三類。零售業第一線的主管和服務業人員為智慧零售趨勢下直接受到影響的工作類別，其中零售業主管其工作內容，係運用 ICT 工具與銷售管理團隊進行協作以實現銷售目標，需要學習之技能包含數據分析、熟悉 ICT 工具應用及資訊解讀、溝通協調等能力。至於零售業服務人員，未來服務顧客方式會有所改變，如協助顧客使用 AR/VR 或其他數位互動科技設備介面，增進數位消費體驗親和感等工作內容，其所相對應的工作技能包含熟悉消費場域之互動科技設備操作，協助顧客增加消費數位體驗、溝通及人際關係能力等。最後，不僅僅是銷售人員，為能發掘新消費客群及增強現有客群的消費黏著度，綜合零售業數位行銷專員工作內容與技能也需有所提升，主要包含針對目標消費客群規劃、執行與管理行銷推廣之專案工作，未來面臨新科技對零售業的影響，除了現有專業能力(如行銷策略研擬能力、消費者行為分析能力)之外，另針對新媒體操作能力，以及多媒體應用能力等亦為重要技能需求。

表 9- 6　我國智慧零售產業現有職務工作技能提升類型

工作名稱	工作任務	所需技能
零售業主管	1. 負責業績管理、門市人員管理、商品管理、日常營運管理、顧客關係維護，達成公司訂定目標 2. 運用 ICT 工具與銷售管理團隊進行協作以實現銷售目標	1. 調查分析能力 2. 數據分析能力 3. 空間規劃能力 4. 成本控管能力 5. 溝通協調能力 6. 熟悉 ICT 工具應用及資訊解讀能力

[33] 考量我國與美國零售業發展狀況各有其特殊性，故相關職業需求略有差異。因此針對美國 Bright Outlook List 中零售產業相關職業類別與我國智慧零售產業既有工作類別，會依我國產業發展需求與職務適當性進行職務需求名稱調整。其中，零售銷售人員、銷售及相關工作人員、客戶服務代表對照至零售業服務人員、第一線零售銷售主管人員對照至零售業主管，而綜合零售業數位行銷專員則是由產學研專家座談會討論新增得出。

工作名稱	工作任務	所需技能
零售業服務人員	1. 在工作場所有效地與員工及顧客溝通，達到銷售目標 2. 協助顧客使用 AR/VR 或其他數位互動科技設備介面，增進數位消費體驗親和感	1. 溝通及人際關係能力 2. 計畫及組織能力 3. 根據銷售業績及時調整戰略之時間管理技巧 4. 熟悉消費場域之互動科技設備操作能力，協助顧客增加消費數位體驗
綜合零售業數位行銷專員	1. 運用社交媒體與行動經營、規劃執行銷售策略 2. 針對目標消費客群規劃、執行與管理行銷推廣之專案工作 3. 安排廣告排程，整理媒體企劃相關資料	1. 市場資訊蒐集能力 2. 產業分析專業能力 3. 消費者行為分析能力 4. 行銷策略研擬能力 5. 新媒體操作能力 6. 多媒體應用能力 7. 行銷廣告投放與效益評估能力

資料來源：O*NET、ESCO 與本研究彙整

三、未來可能減少僱用工作類型分析

然而，人與人的親身接觸仍是促進消費行為的核心元素，因此在智慧零售的商業模式中，第一線的銷售人員仍將扮演重要且不可取代的角色。但與過去的銷售人員相比，智慧零售之銷售人員可能需要具備操作軟體介面的基本能力，以協助顧客在店面現場順暢地與各式各樣的新科技工具互動，以取得消費行為的大數據資料。

在減少僱用方面，主要針對大型零售公司體系中，事務支援型工作(會計、辦公室事務人員、行政助理)可能會出現僱用工作減少狀況。但第一線銷售人員如果無法提升相關數位技能，亦可能受到衝擊。

第十章 結論與建議

第一節 結論

本研究為能全面性衡量在數位科技創新趨勢下，我國未來工作型態與技能需求，本研究規劃建構一套長期觀測方法，透過彙整國內外文獻報告、國外研究機構拜訪研討、對照我國與歐美工作及技能架構、召開國內產學研專家座談會形式，藉以捕捉國內外未來產業發展與工作環境變化及國內勞動市場的挑戰。此外，配合我國現今主要產業發展政策方向，本研究聚焦於智慧農業、智慧機械、綠能科技、生技醫藥、金融科技、智慧零售等 6 大重點產業，深入研析其新興工作類型、現有工作職務技能提升、可能面臨減少僱用工作類型等內容，藉以前瞻掌握我國不同產業發展其工作與技能的可能質性需求樣貌與亟需積極培養的人才與技能方向。

一、創新科技趨勢下對我國產業發展之影響

我國過去產業發展基礎是以硬體資通訊產業為主，如今全球供應鏈改變與新興國家崛起下，導致我國出口動能減緩，再加上國內投資成長有限、內需消費不足、人口老化與勞動力短缺、薪資成長停滯等結構性問題，以及產業發展轉型面臨製造業發展趨緩、服務業成長弱化等問題，在未來數位創新趨勢影響綜效下，隨著下一代雲端、人工智慧與數據邊緣運算、下世代寬頻技術、無人機與機器人等新興科技的持續成熟，產業發展將面臨重大的變革，其中農業和製造業將啟動其數位科技化生產模式，而針對服務業而言，金融業、零售業等，亦因數位科技而改變其原來樣貌。因此，綜觀我國未來產業發展可能樣貌，國內農業未來將朝建構觀測、監控系統生態系發展，而製造業生產模式則主要為提高生產力和生產效率且具有小量客製化生產及風險預測等特性，至於國內服務業則持續提供創新服務模式，滿足消費者需求。

二、創新科技趨勢下對我國未來各業工作及技能之影響

1. 跨產業別的工作及技能需求影響(整體性)

數位創新趨勢對產業人力影響深遠，現已對產業技術/產品發展

產生影響，但對國內未來整體僱用影響未明，需視產業轉型狀況與國內政策引導程度而定。未來在機器人、人工智慧、物聯網發展與服務創新下，針對人機協作的工作機會將明顯增加，其中製造業現場工作人員將變成人機協作模式或是利用穿戴裝置的工作者會增加，而產業技術人才亦會增加(尤其是針對 IC 與智慧製造的先進技術整合型人才、系統整合人才、資訊安全人才)；此外，因應而生的工作任務將以分析數據，並依數據分析結果進行決策的工作、商業模式相關研究為主。在工作技能需求，則以創新能力、批判性思考、運算式思考、數位工具的應用整合能力、人機協同能力為重要。**綜而言之，**數位科技創新趨勢下未來我國跨產業別工作及技能需求，歸納以下幾項要點：

(1) 人工智慧發展趨勢對工作技能影響可透過短期及長期角度來分析[34]，短期而言人工智慧造成的職務消失將多於其創造的工作機會，但以長期而言，人工智慧創造就業量將會超過工作減少機會數量。這隱含人工智慧勢必會對勞動市場的職務與技能造成影響。意謂部分減少僱用工作一方面會衍伸出新興工作需求，另一方面會透過單一職位多元整合工作任務的技能升級需求來彌補。

(2) 近年數位科技趨勢以軟體發展為強，因應軟體應用開發之趨勢，軟體人才將出現大量需求，但在軟硬整合發揮綜效前提下，勢必也會衍伸相關硬體開發人才需求，而我國現有產業發展是以硬體應用為重，因此軟硬整合將是未來重要工作技能類型。另外產業發展趨於跨域創新經營，產業範疇界線逐漸模糊，未來就業者需具備軟技能與跨領域技能的重要性增加。

(3) 由於未來科技趨勢發展下資料數據分析的重要性不言而喻，且市場轉以消費者客制化需求為重，未來就業市場對於資訊使用能力/市場分析能力所相對應的人力需求會明顯提升。

(4) 各行業對於資訊(安全)人員、大數據分析人員、市場行銷策略規劃人員等人才需求未來皆明顯成長，除了技術能力外，當

[34] 詳細內容可參考 Gartner(2017)一文。

未來就業者面臨轉職工作需求增加情況下，對於產業 know how 瞭解及培養各業 domain knowledge 專業技能更為重要。

2. 各大產業別的工作及技能需求影響

面臨未來物聯網、人工智慧對我國各業別工作及技能影響，主要可區分為新興工作類型、現有工作技能提升類型及可能面臨減少僱用工作之三大部分。其中，針對可能消失工作類型主要是第一線現場操作或重複性事務性工作，如隨著自然語言處理技術發展，未來大多數的電話行銷工作將可交由機器人執行、快遞/外送員可能被無人機所取代、計程車司機工作可能會受到自駕車發展所影響。

(1) 智慧農業：我國農民平均年齡為 62 歲，未來十年會是人力增補重要時間點。我國農業未來發展將朝向建構農業循環生態系統與人機協作運行提高生產力，物聯網監測器安裝配合農業相關資料整合大數據分析，可有效規劃生產自動管理與農作物智慧排程規劃，提高農民生產力，且可強化農業生產資料自動蒐集與彙整分析，延續高齡農民經驗傳承。透過本研究分析，未來我國智慧農業新興工作主要是農業數據監測整理人員、產銷運籌分析師、農業系統整合/軟體開發相關工程師等，而相對應所需技能包含系統規劃與整合應用能力、開發模組化農業智慧系統能力、分析確認系統開發環境所需能力。另外，現有工作技能提升的工作類別主要是生產經營者、技術維修人員、產銷服務人員等類型，而所需技能則包含管理能力、熟悉操作自動化機械/物聯網措施相關知識及人機協作能力、運用人工智慧及大數據資料分析結果等。至於，減少僱用工作類型主要是基層農場勞力工。

(2) 智慧機械：我國機械業具有良好發展基礎，未來智慧機械發展主要會朝向產業智慧機械化和機械產業智慧化兩大方向來進行。針對新興工作類型分析，智慧機械產業化部份主要是專業工程師與管理分析人員；另針對產業智慧機械化主要則為各類產業之數位化管理人才及數位化物流分析人才。至於相關技能需求方面，企業資源整合領域著重於 ICT 系統整合能力、提供 ICT 系統應用端解決方案能力；針對機電整合領

域主要著重於程式語言技術能力、機電設計整合能力；另針對設備製造領域，主要是開發設計自動化組件、機電測試程序能力、調整確認生產工作流程設計能力。而現有工作技能提升需求方面，智慧機械產業化部份主要是智慧生產線系統的任務，技能需求主要是智慧生產流程優化/支援工具開發能力；另針對產業智慧機械化主要 ICT 系統管理、業務經理、市場研究人員等，相關技能需求則以 ICT 系統管理能力、提出 ICT 解決方案為主。至於，減少僱用工作類型主要是事務性和重覆規律性工作內容，如會計處理、辦公室事務人員、行政助理、生產線機械操作員、產品裝配人員、檢查測試取樣人員等。

(3) 生技醫藥：相較於國內電子製造業，生技醫藥產業尚屬新興發展階段，未來透過生技新創公司破壞性前瞻發展可加速產業生態系形成，而因產業本身具備研發期長、高資本投入等產業特性，工作類型需求皆以長期為主，短期變動幅度不高。另由於係屬新興產業類別，本研究僅就新興工作與現有工作之技能提升等兩類型進行研析，並聚焦於製藥與醫療器材等兩業別。其中，有關新興工作類型，製藥產業多以新藥開發與臨床前等屬製造前端之相關職務為主，技能需求主要為臨床實驗相關能力；至於醫療器材產業則以製造生產等較屬製造後端之職務為主，而相關技能需求主要是工程設計調整能力。此外，法規事務經理則不論對製藥或是醫療器材產業發展皆為重要職務需求。另有關現有工作之技能提升類型，製藥產業與醫療器材產業均多以產品生產製造與審查等製造後端之職務為主，其技能需求則以生物數據相關蒐集分析能力、製藥生產的可行性評估、新興材料開發運用能力為主。另有關人才之培育，生醫法規相關人才可透過學校專業訓練及實務經驗來養成，但針對製藥與醫材所需之跨領域人才，考量生醫與科技電子的產學合作模式不同，因此其於跨領域人才培育上，可由學校實驗室教授的相關計畫屬性來進行相關人才培養。

(4) 綠能科技：我國綠能科技發展屬於新興產業發展，本研究僅聚焦太陽能光電及離岸風電現今兩大重要發展方向為主，新興工作類型主要以太陽能光電與離岸風電的技術及系統工程師為主，且太陽光電未來將為家庭或產業所用，故相關開發評估人員亦為主要新增類別，另離岸風能的營運部分主要會有風力發電機安裝指導人員和維修技術人員為主，至於在技能需求部份皆以太陽能光電和離岸風電的專業性技術能力為主。另外，有關現有工作之技能提升類別，多為製造相關業別支援人力需求，如工程師及生產製造人員，而技能提升主要為調整工程設計能力、分析測試數據能力等。至於減少僱用工作類型，由於綠能科技為新興產業發展型態，暫無相關減少僱用之狀況。此外，綠能人力發展規劃需考量不同階段性發展，現今產業發展主要以發展相關硬體建構為主，約 2025 至 2030 年後會趨近飽和，故其後國內對於維修營運相關人才需求會有明顯增加，而後續產業發展方向將可往國際市場進行整廠輸出，相關國際人才與技術人才需求會因應而生。

(5) 金融科技：有關金融科技產業之研析，本研究聚焦於數位科技創新趨勢下，對於金融產業未來工作及技能需求之探討，而由於金融產業本身為一敏感性業別，國內金融產業受限於法規條件限制，有關新興工作類別需視法規制度的調整動作才有可能產生。因此本研究針對金融科技產業的工作技能需求分析以現有工作之技能提升類型為主，主要包含金融業務人員（保險、貸款）、金融分析人員、統計精算師等，而相對應的技能需求主要是分析貸款可能性、風險分析、業務分析（如分析保險需求）等能力。至於，可能減少僱用工作類型以事務性及重複規律性質為主，如檔案整理人員、總機接待人員、電話行銷人員、數據 keyin 人員、櫃員等。此外，有關未來金融科技人才之培育，其中，中高層決策人員宜培養策略思維，而對於專業從業人員宜培養多元專業技能。另有鑑於金融科技發展趨勢，金融與科技的交流互動，不應僅是單方面由金融產業引進科技能量，亦可培養科技人才加速發展

金融領域的相關應用。另外，由於金融科技產業之發展尚處於初期階段，整體產業規劃與範疇尚未完整確認，因此相關工作及技能規劃作業宜滾動調整，以期後續工作及技能需求規劃能符合實際產業所需。

(6) 智慧零售：我國零售業乃內需型市場且就業吸納比重高，惟近年面臨跨國網購日趨頻繁、國內存在研發/資訊投資能量不足、多元通路缺乏整合等問題，使得整體產業與勞動市場受到相當程度的衝擊。為因應數位創新趨勢所帶來的影響，零售業將朝智慧化轉型發展，未來零售業運用 AI 及大數據資料分析消費市場趨勢，以及運用物聯網相關技術進行資訊支援系統配置與規劃，勢必將日益廣泛，而我國於建構智慧零售生態系統下，未來可望帶動相關人才需求，整體而言，除了銷售與市場分析人員之外，銷售後端支援人員(網路設計人員、數據庫架構師)亦不可或缺，其中有關新興工作，主要包含零售業的消費數據分析師、消費資料庫架構師、人機互動介面設計師、店面智慧化系統設計工程師、零售場域規劃人員，以及物流方面的供應鏈經理和物流智慧自動化企劃工程師等，而相關所需技能主要為市場資訊蒐集分析、消費場域的系統設計、物流供應鏈流程分析等能力；另有關現有工作之技能提升類型，主要包含現有零售人員與行銷專員，其需具備 ICT 工具應用、資訊解讀、溝通與建構人際關係等能力。至於未來可能減少僱用之工作類型為第一線銷售人員，在行動科技與銷售物流系統整合發揮綜效之下，未來工作被取代可能性高，因此需適時工作技能，以降低工作被取代的機會。

三、創新科技趨勢下對我國勞動市場之影響

依循前述未來創新趨勢影響層面分析，數位科技趨勢不僅是針對經濟產業造成影響，對於勞動市場的影響更引起相當廣泛討論，以我國勞動市場發展狀況來說，對整體工作環境和條件影響，主要包含勞動者價值觀改變、職業型態多元化、工作時間調整(縮短/工作生活分界模糊)、工作場所改變(如共用辦公室、便利且安全溝通工作平台)、薪資結構改變、技能驗證基準發展等。

第二節 建議

綜合上述研究內容，本研究研擬相關政策建議方向如下：

一、建議於我國現有職能基準架構下，擴充我國工作及技能之量化與質化資訊內涵、針對現有職業就業/技能培訓內容彙整平台(台灣就業通)擴增職能基準涵蓋項目，藉以加速整合我國未來產業人力需求資料以進行我國未來整體性工作及技能需求規劃

1. 我國職能發展與應用係由勞動部勞動力發展署推動，負責職能基準的協調、整合、品保及輔導各部會發展職能基準之方法,並彙收各相關部會所訂職能基準置於 iCAP 平台供各界參考由此，建議方向有二：其一，建議於此平台下持續擴增職能基準涵蓋項目，以供學研社會各界參考利用。另外，建議可依此架構，進行擴充我國工作及技能相關量化與質化資訊內涵之規劃工作。
2. 考量新興數位科技趨勢對產業發展效應長遠，由於我國目前工作及技能需求只有 iCAP 平台質化分析架構,建議未來應可於此架構下相關擴充工作，如研擬規劃職能基準進行產業-職業標準分類架構工作，並結合未來人力量化推估資料，一方面可建全我國工作與技能體系，另一可連結職業類別相關數據資料，藉以分析未來我國產業發展前景與相關人力需求。

二、建議未來若有後續研究需求規劃，可針對本研究長期觀測方法進行國內其他業別的工作及技能需求分析，並針對個別產業別資訊進行定期更新

本研究嘗試研擬一套針對我國未來工作技能需求長期觀測方法，並針對我國 6 大重點產業類別進行分析。雖然本研究長期觀測方法為一質化分析，不似量化分析模型需滾動式每年進行調整，但建議未來仍可依此架構，進行我國其他重點產業之工作與技能需求分析。

然而，值得注意的是經彙整本研究有關 6 大重點業別之分析結果，本研究所採用的長期觀測方法，雖為一套整體性分析架構，原則上可以適用於不同產業類別，惟考量各業別發展之國情差異和產業分工階段模式不同，各業別之適用性仍有所差異。有關新興產業別，以生技醫藥、綠能科技等產業為例，由於我國產業發展仍處初期，而美國產業發展步伐相對我國先進且具備相關完整工作和技能架構，因此美國 O*NET 資料庫所列職業類別，可適度挑選作為我國新興產業類

別之未來工作及技能分析基礎。然對於國內具發展基礎之產業，以智慧農業、智慧機械等產業為例，考量我國與美國於農業發展型態之差異，以及我國與美國於機械產業在國際產業分工扮演不同角色等情況下，美國 O*NET 資料庫相對僅能提供初步研究內涵，仍需倚賴產學研座談會等相關質化資訊反饋，才能掌握我國未來工作和技能需求樣貌。至於金融產業本身具有其敏感業別之特殊性，美國資料庫提供分析內涵，幫助有限，但對於現有職務工作技能提升之研析，仍提供相當的分析基礎。而針對國內需求為主的產業(如智慧零售業)，在未來創新科技趨勢下，零售業本身具有快速複製且以國內消費者需求為主，各國發展趨勢不會差異太大，因此智慧零售產業原則上可透過本研究方法來進行分析。

此外，考量個別產業發展程度與政策實施方向會影響未來工作及技能需求，建議可定期更新產業發展趨勢與職能基準相關資訊，以掌握我國相關重點產業未來工作及技能需求變化。

三、跨領域人才重要性不言而喻，建議鏈結教育體系與企業需求以強化國內跨領域人才培訓工作

1. 基礎性跨領域課程規劃：主要是培養學生瞭解不同學科領域基礎概念、專業學術能力、與不同學系學生人際溝通合作能力。跨領域人才培育建議可從單一學院跨系課程規劃，擴大至全校不同學院層級，如法律/科學、醫藥/工程、工程/管理、金融/資工等，建議可擴大微學分/微學程機制，從教育體系端培養更多跨學院/跨領域學習基礎課程的未來人才
2. 專業性跨領域課程規劃：主要是針對就業者培養不同領域的專業技術知識與技能，以擴展專業性跨產業領域技能。依據國內重要產業發展類別規劃整合性課程(如目前智慧製造聯盟計畫已結合資工、機械、資管進行跨領域課程規劃)，建議未來可擴大實施至其他重要發展業別(如國內正在推動的 5+2 產業)。
3. 產學合作培養模式：國內大型企業係透過內部人力資源系統進行事業群部門輪調或在職訓練，以培養所需跨領域人才。然國內產業發展多以中小企業為主，無法由公司資源培育相關人才，建議政府單位針對跨領域人才之培訓，宜結合中小企業公協會/職訓資源進行通盤性課程規劃

4. 職訓課程體系培養模式：各業發展所需軟硬整合人才類型各異，難以透過現有學校教育體系進行全面性培養，建議可透過教育體系產學合作方式培養學生各業基礎專業知識，再由職訓體系擴大 iCAP 職能導向課程類型與規模，以強化實務所需軟硬整合人才類型之培訓

四、盤點六大發展產業的職能基準，依據新興業別/職業類別或現有職業類別進行科技運用相關技能提升等分析，提供可能精進方向以供主管機關未來進行增補調整參考

1. 本研究盤點勞動部所各業職能基準內涵，發現部份業別針對未來數位科技創新發展衍生相關應用技術/技能尚無明確規劃，爰建議各主管機關盤點現有技能需求規劃，依據未來產業發展，評估是否有需要進行職業類別增補或現有職能的擴充
2. 新興發展業別工作技能規劃：在政策引導下未來產業若發展具相當規模，建議可考慮增添新增職能基準規劃，如離岸風電人員；另外生技醫藥職能基準大多為通用性人才，針對專業職業人才職能規劃描述較為缺乏，建議進行職能內涵描述強化工作
3. 現有產業發展新興職業工作技能規劃：如以智慧機械而言，已涵蓋系統整合、機電整合及設備製造領域，但未來生產線智慧化趨勢下，建議可擴增系統架構師等新興職務及技能需求

五、我國職業標準分類需與國際標準接軌，建議當產業未來發展具一定規模可考量職業類別擴增規劃，調整未來國內職業標準分類

1. 如智慧機械產業新興工作類別系統整合及資訊管理分析職位，未來可適時評估規劃增列職業類別之可能性
2. 現有職業標準分類中尚未針對太陽能光電與離岸風電專業人員有明確職業標準分類類別，未來可評估規劃增列職業類別之可能性
3. 生技醫藥產業專業人才職業類別宜可有細緻化劃分，如生物資訊科學家、生物醫學工程師、生化工程師等
4. 智慧零售未來新增工作類別分類相當多元，如消費者行為大數據分析師、消費資料數據庫架構師、零售店面智慧化/無人化系統設計工程師等，未來可評估規劃增列職業類別之可能性

六、建議檢視現有國內證照是否符合產業專業性需求

我國目前證照制度實施多年，具完整架構。惟未來面臨科技趨勢變化，可能會有部份機械相關操作證照類別已漸不敷實務需求(如車床技術士)。除機械產業之外，其他業別證照可能亦有類似情況，因此建議相關主管機關可檢視現有證照項目及內涵與未來產業發展實務需求是否一致，並針對不合時宜的部分進行調整，以及針對實用性偏低之證照，評估予以刪除之可行性，以符合實際需求。此外，考量未來農業季節性人力需求且農事服務需具備一定專業性，建議農業相關主管機關可針對農事服務人員證照之規劃，進行可能性評估。

參考文獻

【國內文獻】

1. Jeong-Bin Im、黃有才(2015)，「韓國發展農業為未來成長產業行動方案」，*農政與農情*，第 275 期。
2. 工業技術研究院，經濟部工業局產業專業人才發展資訊平台。

   http://hrd.college.itri.org.tw/TDI/
3. 工業技術研究院產業學院，「泛太平洋地區國家職能標準制度簡介」，行政院勞工委員會委託計畫。
4. 工業技術研究院 (2017)，「2017 新興能源產業年鑑」。
5. 工業技術研究院風力資訊整合平台網頁。http://www.twtpo.org.tw/professional/chain.aspx/
6. 日本太陽光發電協會 (JPEA)，「日本太陽光電展望 2050」報告。
7. 王宣智 (2015)，「日本機器人新戰略之產業策略」，科技政策觀點。
8. 台經院 (2015)，「104 年「國家發展前瞻規劃」委託研究計畫-產業人力供需評估(含模型建立)，國發會委託計畫。
9. 行政院 (2016)，新農業創新推動方案。
10. 行政院 (2016)，智慧機械產業推動方案。
11. 成之約、徐國淦 (2017)，「新經濟與新科技發展對勞資關係影響的初探」，臺灣勞工季刊第 52 期。
12. 金融監督管理委員會(2016)，金融科技發展策略白皮書。
13. 金融監督管理委員會金融科技辦公室(2016)，106-108 年重點產業人才供需調查及推估結果。

14. 吳靜芳、王柏豪 (2015)，「精準醫療潮 臺灣靜悄悄」，環球生技月刊。
http://www.gbimonthly.com/v10_2015/v10cover_2015_00.html

15. 林祥輝 (2017)，「日本再生能源政策論點與目標—加強成本競爭力、強化自立環境、改善電力系統確保適當調整力」，工業技術研究院綠能與環境研究所。

16. 科技部 (2017)，「十大產業創新研發計畫-生醫產業創新推動方案」。

17. 行政院科技會報辦公室 (2017)，「5+2 產業創新計畫-生技醫藥執行進度及滾動檢討」。

18. 財團法人生物技術開發中心 (2017)，「應用生技產業年鑑」。

19. 財團法人生物技術開發中心 (2017)，「醫藥產業年鑑」。

20. 財團法人工業技術研究院 (2017)，「智慧商業解決方案」。

21. 財團法人工業技術研究院 (2017)，「醫療器材產業年鑑」。

22. 財團法人資訊工業策進會 (2013)，「智慧聯網商務專業人力供需調查報告」，經濟部商業司委託計畫。

23. 財團法人資訊工業策進會 (2014)，「智慧聯網商務專業人力供需調查報告」，經濟部商業司委託計畫。

24. 財團法人資訊工業策進會 (2016)，金融科技創新精選個案。

25. 麥肯錫(2016)，「區塊鏈-銀行業遊戲規則顛覆者」。

26. 勞動部勞動力發展署，iCAP 職能發展應用平台。

27. 商業週刊 1531 期，「全面解讀新零售」。

28. 黃孟嬌 (2017)，「臺灣綠色產業深度報告—全球暨我國 LED 照明發展趨勢」，經濟部推動綠色貿易專案辦公室。

29. 葉席吟 (2016)，「精準醫療之各國推動政策觀察，國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心」。https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10278/

30. 孫智麗(2015)，「Bioeconomy 2020 因應生物經濟時代之科技前瞻與產業趨勢」，臺灣經濟研究院生物科技產業研究中心」。

31. 經濟部工業局 (2016)，「2017-2019 年重點產業專業人才需求推估調查」。

32. 經濟部工業局 (2017)，「生技產業白皮書」。

33. 經濟部產業人才能力鑑定推動網。https://www.ipas.org.tw/

34. 經濟部智慧商業暨物流推動辦公室 (2017)，「我國智慧商業發展與未來展望」。

35. 行政院農業委員會(2016)，智慧農業 4.0 計畫。

36. 綠能科技產業推動中心網頁。http://www.geipc.tw/

37. 蘇孟宗 (2007)，「我國工業技術前瞻發展與產業推動-工業 4.0 與智慧製造」，工業技術研究院產業經濟與趨勢研究中心。

38. 國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心 (2017), 「未來 AI 發展八大新趨勢」。

39. 劉士豪 (2017)，「數位科計畫對勞動關係和勞動市場的影響與因應」，臺灣勞工季刊第 52 期。

40. 環球生技月刊，2015-2018 年 2 月各期。

【國外文獻】

1. Ben Hirschler (2018), “New Drug Approvals Hit 21-year High in 2017”, Reuters. https://www.reuters.com/article/us-pharmaceuticals-approvals/new-drug-approvals-hit-21-year-high-in-2017-idUSKBN1ER0P7/
2. CB Insight (2017), “AI Will Put 10 Million Jobs At High Risk- More Than Were Eliminated By The Great Recession”. https://www.cbinsights.com/research/jobs-automation-artificial-intelligence-risk/
3. CBRE GENESIS (2014), “Fast Forward 2030-The Future of Work and the Workplace,” CBRE Workplace Strategy.
4. ECORYS UK (2016), “Digital skills for the UK Economy”.
5. European Commission (2013), DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
6. Gartner (2017), “Gartner Says By 2020, Artificial Intelligence Will Create More Jobs Than It Eliminates”. https://www.gartner.com/newsroom/id/3837763/
7. Institute for the future for the University of Phoenix Research Institute (2011), “Future Work Skills 2020”.
8. Kellogg Center for Biotechnology (2006), “The Future of the Biomedical Industry in An Era of Globalization”.
9. McKinsey Global Institute (2017), “What the future of work will mean for jobs, skills, and wages”. https://www.mckinsey.com/global-themes/future-of-organizations-and-work/what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages/
10. OECD (2014), “Skills and Jobs in the Internet Economy”, OECD Digital Economy Papers, No. 242, OECD Publishing,

Paris.http://dx.doi.org/10.1787/5jxvbrjm9bns-en
11. OECD (2016), “Skills for a digital world”, OCED Digital Economy papers No.250.
12. Osborne, M., and Frey, C. B. (2013), “The Future of Employment”, Oxford Martin Programme on Technology and Employment.
13. SkillsFuture, “Skills Framework for Accountancy”.
14. SkillsFuture, “Skills Framework for Aerospace”.
15. SkillsFuture, “Skills Framework for Biopharmaceuticals Manufacturing”.
16. SkillsFuture, “Skills Framework for Electronics”.
17. SkillsFuture, “Skills Framework for Energy and Chemicals”.
18. SkillsFuture, “Skills Framework for Environmental Services”.
19. SkillsFuture, “Skills Framework for Food Services”.
20. SkillsFuture, “Skills Framework for Skills Framework for Infocomm Technology”.
21. SkillsFuture, “Skills Framework for Skills Framework for Logistics”.
22. SkillsFuture, “Skills Framework for Skills Framework for Marine and Offshore”.
23. SkillsFuture, “Skills Framework for Skills Framework for Retail”.
24. SkillsFuture, “Skills Framework for Skills Framework for Sea Transport”.
25. SkillsFuture, “Skills Framework for Skills Framework for Security”.
26. The digital workforce succession in manufacturing, (2017), “The Digital Manufacturing and Design Innovation Institute (DMDII) and Manpower group”.
27. UKCES (2010), “Stragetic Skills Needs in the Financial Servies Sector”.
28. UKCES (2014), “The future of woek: Jobs and skills in 2030”. Evidence Report 84.
29. World Economic Forum (2015a), “Industrial Internet of Things:

Unleashing the Potential of Connected Products and Services".
30. World Economic Forum (2015b), "The Future of Financial Services How disruptive innovations are reshaping the way financial services are structured, provisioned and consumed".
31. World Economic Forum (2016), "The Future of Jobs-Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution".
32. World Economic Forum (2017), "Digital Transformation Initiative.

附件

附件一 期初審查意見回覆

計畫名稱：創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析	
執行單位：臺灣經濟研究院	
審查會議：■期初報告 □期中報告□期末報告	
審　查　意　見	辦　理　情　形
106 年「創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析」委託研究報告期初報告審查，意見如下：	
(一)國立政治大學莊院長奕琦	
1. 研究團隊規劃以 Frey and Osborne (2013)模型，建構我國未來工作及技能需求消長的量化觀測方法，惟兩者之對接關係為何？期初報告僅提出赴海外訪問這兩位學者，未見本研究模型與既有模型間之相關差異內容，特別是環境參數之設定及職業類別之分類，以及操作執行上可能遭遇之困難等，請研究團隊予以補充。	1. 感謝委員意見提供。研究團隊再與委辦單位討論後，針對此部份原訂研究內容進行調整，改參考 UKCES 與 ECORYS 的分析架構，重新研擬我國未來工作技能需求分析的架構。
2. 研究結果呈現之所需工作職缺與工作任務，是否如期初報告附件 2 所示與美國相似？由於兩國國情與產業水平不同，即便在相同產業下，結果可能也不盡相同，因此不宜直接套用，惟於研析過程中該如何將本國發展狀況導入？請研究團隊予以補充。	2. 感謝委意見提供。研究團隊針對此部份原訂研究內容進行調整，改參考 UKCES 與 ECORYS 的分析架構，在此架構已將數位經濟與「5+2 產業」進行對接，並考量我國發展狀況加以進行整體面與產業別深入分

	析。
3. 期初報告尚未針對建立我國未來10年工作及技能之觀測方法，提出相關基本建構概念，以及未來操作之可能性等內容，請研究團隊予以補充。	3. 感謝委員意見提供。本研究會後再與委辦單位討論後已經重新提出一套長期觀測方法，並說明其操作步驟。
(二)財團法人資訊工業策進會洪組長世家	
1. 本研究針對數位化產業人才之調查，異於傳統地中海型調查方法，特別於是「5+2 產業」人才需求應著重在質性研究，因此對於研究調查模式之建構非常重要，宜及早確立。	1. 感謝委員意見提供。本研究已於會後重新提出一套完整進行我國未來工作及技能長期觀測的方法。
2. 本研究將針對「5+2 產業」中之智慧機械產業及生技醫藥產業進行相關人才調查，其中智慧機械又分為智機產業化及產業智機化，此兩類之人才需求有所不同，建議未來報告內容對其分析應有所區隔。	2. 感謝委員意見提供。本研究針對智慧機械產業分析將區分為智機產業化及產業智機化來進行分析。
3. 未來「5+2 產業」對於跨域人才需求將相當高，考量部分跨域(如資訊、生醫)所需之專業門檻高，且根據過往培訓經驗，相較單一專長人才，業主願意提供跨域人才較高的薪資待遇，因此建議可配合「5+2 產業」人力之職能，對教育體系新興學程之調整提出建議，以提供教育單位及早進行相關跨域人才培訓之規劃。	3. 感謝委員意見提供。針對後續建議作法，本研究將規劃於期末報告中提出。
(三)國立臺灣大學國家發展研究院辛副教授炳隆	

1. 由研究架構圖來看，目前規劃順序與最初需求是否一致？建議先建構長期觀測方法，再以此觀測方法進行數位經濟與「5+2 產業」相關人才及工作技能需求之研析。若要以數位經濟及「5+2 產業」為基礎，建構長期觀測方法，須思考二者間的連結，以目前研析數位經濟和「5+2 產業」採德菲法、深度訪談、問卷調查，而長期觀測則用 Frey and Osborne(2013)模型，兩者無法連結對應。	1. 感謝委員意見提供。本研究已刪除 Frey and Osborne (2013) 模型分析規劃並將研究架構重新進行調整。另參酌國際文獻方法，重新規劃一長期觀測方法，並於本研究期程進行歸納分析。
2. 本計畫如採 Frey and Osborne(2013)模型，將消耗大量經費及人力，宜審慎評估。此外，勞動部已以該模型為基礎，算出臺灣約有 47%工作會被電腦取代，建議研究團隊另以會增加哪些就業機會為重點，並參考 Ulrich Zierahn, Terry Gregory and Melanie Arntz (2016)所設定之模型進行研究。	2. 感謝委員意見提供。本研究已刪除 Frey and Osborne (2013) 模型分析規劃，另 OECD 於 2016 年進行研究，雖是以 Frey and Osborne (2013)模型為基礎，但其主要分析資料是以 PIAAC 跨國調查為主，我國並非為調查樣本，故無法取得資料的限制下，亦無法改由 OECD 2016 年方法進行。是故，本研究改以規劃一套長期觀測方法進行研究。
3. 由於 Frey and Osborne(2013)模型僅能預測未來受電腦化影響，既有工作被取代的機率，而無法掌握哪些新型態工作將出現，期初報告尚未說明建立未來 10 年工	3. 感謝委員意見提供。本研究已刪除 Frey and Osborne (2013) 模型分析規劃。此外，將於期中報告針對建立未來 10 年工作及技能需求

作及技能需求之長期觀測方法，以及如何掌握推動產業數位創新發展，普遍需求的科技人才類型，請研究團隊予以補充。	之長期觀測方法進行描述說明。
4. 考量美國於編制職類分類網站－O*NET 時，投入龐大人力調查資源，且勞動部亦曾有仿製美國 O*NET 的計畫，若研究團隊有意編制臺灣版 O*NET，建議可洽詢勞動部。另建議研究團隊宜自行設定 Frey and Osborne(2013)模型之參數和 O*NET 分類，惟此本部分仍需勞動部支持。	4. 感謝委員意見提供。O*NET 為目前針對職業技能分類最完整網站之一，經與委辦單位討論確認，建構我國類似 O*NET 體系並非本研究目的，且本研究已刪除 Frey and Osborne (2013) 模型分析規劃，改採另外長期觀測方法進行研究。
5. 由於臺灣尚未有本研究計畫相關議題之研究，建議可先瞭解國際間過去十年來，因數位經濟所帶動之新增職缺有哪些；或可觀察近 10 年來美國 O*NET 相關職缺及工作技能變化情形，透過比較新、舊版 O*NET 內容之差異，檢視數位經濟對於勞動力市場工作及技能需求之影響狀況。	5. 感謝委員意見提供。本研究已增補國際目前針對數位技能相關文獻蒐集，以檢視數位經濟對於勞動力市場工作及技能需求之影響。
6. 研究團隊規劃以德菲法進行相關質化分析，屬性較適合於針對有分歧意見之議題，目的是為取得共識，惟本研究之議題係屬於具有類似或相同方向之想法，重點不在於取得共識，建議採用腦力激盪法(Brainstorming)進行，透過工作坊，邀集相關專家學者及業界先進集思廣益，取得結果。	6. 感謝委員意見提供。本研究已刪除德菲法，改採腦力激盪法(Brainstorming)方式進行未來我國工作及技能需求的情境規劃。

7. 報告第 26 頁指出不針對所有數位經濟產業，進行綜合性人力需求分析，惟計畫需求書卻有列出數位創新發展下相關工作和技能需求等委託研究內容，故建議依計畫需求書之研究課題進行補充。	7. 感謝委員意見提供。針對數位創新發展下相關工作及技能需求分析，本研究主要參考國內外文獻及腦力激盪法進行我國未來不同情境的整體數位技能的需求分析。
8. 目前報告內容偏向產業面之介紹，建議宜增加以人才研析內容為主之相關篇幅；有關國外趨勢及經驗之探討內容，亦建議著重於各國在發展數位經濟時，如何掌握職缺變化及其研究方法，而非僅說明其他國家如何發展數位經濟。	8. 感謝委員意見提供。本研究針對智慧機械與生技醫藥產業別分析，由國際產業發展至國內產業政策方向，進而分析我國現今產業發展所需工作及技能，並將於期末報告分析我國不同業別未來工作及技能需求變化。
9. 報告第 67 頁所列智慧製造及自動化工作項目中之十大核心技能，係某一獨立作者看法，請評估其代表性；另目前之內容較難轉化為課程設計之指引，建議相關內容宜具體，避免籠統，以利教育單位規劃人才培訓政策參考。	9. 感謝委員意見提供。本研究已經刪除不代表性的論述內容，並補充 DMDII 與 Manpowergroup 於 2017 年合作出版的研究 Digital Manufacturing and Design Job Roles Taxonomy and Success Profiles 相關文獻引用。
10. 生物技術的章節內容呈現凌亂，宜改善。另建議在各國經驗及未來兩章內容呈現上，應將重點放在人力需求和工作技能需求的部分。	10. 感謝委員意見提供。本研究已針對研究內容的章節及文字論述重新進行調整，並將研究重點著重於工作及技能需求上，以符合委辦單位的需求。
(四)行政院科技會報辦公室	

1. 建議本計畫研究目的應扣合我國科技產業發展，聚焦於勞動力市場工作及技能需求觀察方法論的建立，並提出可供政策參考之具體建議，而非目前次級元多論述的一般性探索研究。	1. 感謝意見提供。本研究已經針對研究內涵進行調整，以符合委辦單位的需求。
2. 期初報告第 22 頁之章節安排，建議調整順序為：第一章、第五章、第三章、第四章、第六章，亦即先建立方法論，以觀察臺灣「5+2 產業」未來 10 年工作及技能需求，再依需求書所列「5+2 產業」中之智慧機械產業及生技醫藥產業，檢驗方法論之可行性，最後再結語。至於第二章之數位經濟，其實是與三、四章的「5+2 產業」互為經緯界定，兩者之架構應為一矩陣，而非如目前第 5 頁之研究架構圖，為獨立流程之架構。	2. 感謝意見提供。本研究已將研究架構重新進行調整。
3. 期初報告內容中，產業背景資訊太龐雜，建議更系統化整理，且論述要支持「『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求」的關聯性。	3. 感謝意見提供。本研究重新規劃一長期觀測方法，並以考量我國產業情境發展的適當性評估並於本研究期程進行歸納分析。
4. 建議期中報告應就方法論之雛型提出討論。	4. 感謝意見提供。本研究已修正方法論的研擬，並將相關研究內容納入期中報告第二章內容。
(五) 會議結論	
1. 在數位經濟的趨勢下，國際間已	1. 遵照主席意見裁示。本研究

相繼投入數位人才需求之相關研究，為使本研究更臻完善，請研究團隊參酌審查委員及單位代表意見，同時借鏡他國做法，補充修正報告內容。	將於期末報告提出相關議題的綜整性分析。
2. 本委託研究期初報告已如期完成，經審查原則同意通過，並依合約期程辦理後續相關事宜。	2. 遵照主席意見裁示。

附件二 期中審查意見回覆

計畫名稱：創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析	
執行單位：臺灣經濟研究院	
審查會議：□期初報告 ■期中報告 □期末報告	
審 查 意 見	辦 理 情 形
106 年「創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析」委託研究報告期中報告審查，意見如下：	
(一)國立政治大學莊院長奕琦	
1. 研究團隊由 4 個未來發展趨勢構面，透過 11 項不同驅動因素之變化，模擬出 3 種不同發展情境，惟如何推導及界定其間之關係，進而得到此 3 種情境，其論述並不明確，建議予以補充。此外，目前第二、三情境之界定不必然為互斥狀況，兩者甚至可能為互補關係，如：於情境二，在全球貿易拓張下，我國經濟穩定成長，產業發展以智慧化製造為導向；而於情境三，在全球貿易緊縮下，我國經濟面臨停滯，產業則以服務創新導向，上述情形均無必然關係，且智慧化製造與服務創新正是未來我國結構轉型相互強化之重要發展方向，實屬相輔相成，不宜分為不同情境進行分析。	1. 感謝委員意見提供。研究團隊與國發會進行確認後，刪除相關情境分析研究內容，改以聚焦數位科技趨勢對於我國重要產業類別未來工作及技能需求影響進行研究。
2. 為建構未來 10 年工作及技能需求可持續操作之長期觀測方法，於研究方法上，針對目前由相關影響因素加以	2. 感謝委員意見提供。研究團隊與國發會進行確認後，刪除相關情境

整合而產生之各模擬情境，建議研究團隊宜強化其理論基礎，並檢視各影響因素之關係，進而推導出不同情境。另建議量化某些特定或重要因素，以作為後續可持續操作之基礎。	分析研究內容。此外，本研究主要探討各業未來可能質性工作需求樣貌與亟需積極培養的人才技能方向來進行研究，未來針對可持續操作方向可規劃由定期產學研座談會方式來檢視調整。
3. 目前報告內容針對整體性工作技能需求與產業別技能需求間的銜接並不明確，建議有關整體性之需求分析，可先掌握國際發展趨勢，再融入我國發展特色，從而導出我國整體性工作及技能需求，並於此整體架構下，依產業別特質，進一步研析個別產業專業或特殊之工作及技能需求。	3. 感謝委員意見提供。本研究架構與內涵已依委員意見進行全面調整與增補工作。
(二)財團法人資訊工業策進會洪組長世家	
1. 有關情境分析所提及之國際勞動力移動趨勢，經觀察目前我國產業面臨最大之困境，在於國內人才之流失，尤其面對數位轉型核心關鍵之高科技及 IT 人才，因長期低薪化，有加速外流之趨勢，對企業衝擊極大，建議納入情境分析，作為人才因應策略之評估與條件分析因素。(如：提高薪資降低人才流失、人才轉型、增加中高齡投入、加速國際人才之引進或國際留學生之留用等分析)	1. 感謝委員意見提供。研究團隊與國發會進行確認後，為能符合委辦單位需求，已刪除相關情境分析研究內容，改以聚焦數位科技趨勢對於我國重要產業類別未來工作及技能需求影響進行研究。本研究亦補充對未來 IT 相關人才需求說明於期末報告中。
2. 問卷設計內容完整，但考量調查範疇	2. 感謝委員意見提供。研

較廣且含中長期(5 年、10 年)推估，建議邀約面談對象時，不侷限於一人，除企業人資部門外，亦可包含高階營運主管(CEO 尤佳)、技術主管(CTO 尤佳)，以及業務主管(國際業務尤佳)，如有分歧意見，宜先凝聚共識後，再回填，以提高準確度。	究團隊與國發會進行確認後，為能符合委辦單位需求，針對廠商問卷設計亦已刪除，依研究需求改以邀請產學研專家學者進行意見蒐集。
3. 智機產業化問卷面訪對象(詳報告 188 頁)，包含 ERP 整合商、機電整合，以及設備製造商等３種產業，已具體涵蓋整體業別，然此３種業別對於人力需求仍有個別差異，建議於研析未來工作及技能時，除整體分析外，亦能對各業別之差異有所論述。另有關產業智機化部分(詳報告 190 頁)，建議各受訪產業宜有 2 家廠商以上，以避免單一業者之特殊需求，誤認為整體產業之需求。	3. 感謝委員意見提供。研究團隊與國發會進行確認後，為能符合委辦單位需求，針對廠商問卷設計亦已刪除，依研究需求改以邀請產學研專家學者進行意見蒐集，以求能針對長期人力需求狀況進行瞭解與評估。
4. 有關報告中對於新增之工作與技能，以及既有傳統工作可能消失之影響，研究團隊是否會提出因應對策或建議？特別是中年失業對社會之衝擊極大，目前問卷中僅列出影響職能項目及估比，建議從訪談過程中，整理出業者對於人力轉型之可能做法，以利提出可行之政策建議。	4. 感謝委員意見提供。本研究針對趨勢科技對現有工作減少僱用影響僅為質化分析方法，在政策方向主要針對教育體系與職能基準增補進行說明，建議未來可結合搭配總體量化分析結果，確認未來受到衝擊量化影響程度，再研擬可行政策建議。另由專家座談會結論得知，針對未來僱

	用減少人力，未來主要是進行技能升級部份的培訓。
(三)國立臺灣大學國家發展研究院辛副教授炳隆	
1. 研究團隊將未來我國整體發展趨勢區分為國內外環境、企業組織結構、勞動變化、政策資源等層面，並透過不同情境，研析對於未來工作及技能需求之影響，建議後續研究方向宜聚焦於創新趨勢下對於未來工作及技能之影響，以扣合研究主題，避免失焦。	1. 感謝委員意見提供。研究團隊與國發會進行確認後，刪除相關情境分析研究內容，改以聚焦數位科技趨勢對於我國重要產業類別未來工作及技能需求影響進行研究。
2. 本案主要研究目的乃建構一套可滾動調整並持續操作之未來 10 年工作及技能需求長期觀測方法，惟期中研究報告針對該方法論之論述仍不夠具體，建議予以補充，並評估未是否能將此套方法編製成工作手冊，以供有關單位依循操作。	2. 感謝委員意見提供。本研究已經增補長期觀測方法的相關內容，待研究報告結案後，可提供給各部會進行參酌。
3. 期中報告所引用有關經濟部工業局既有之職能基準資料，建議可交叉比對國際間對於未來工作及技能之相關研究成果，從中針對未來我國新增、減少及消失之工作與技能等變化，提出各種可能情形，再透過腦力激盪會議，邀集專家學者檢視確認，最後將該結果納入問卷，由具備相關專業知識足以回答之受訪者填答，以掌握產業狀況。	3. 感謝委員意見提供。本研究已經針對各業的職能基準與未來工作技能需求進行比對，並提出未來調整方向。另研究團隊與國發會進行確認後，刪除問卷調查工作項目，改以舉行產學研座談會形式來蒐集意見，以期能前瞻捕捉未來發展趨勢。
4. 於剖析國際間對於未來工作及技能	4. 感謝委員意見提供。相

相關研究內容之過程中，建議研究團隊整理其方法論並納入期末報告，以供後續研究之參考。	關文獻整理請見附件五內容。
(四)政治大學勞工研究所成教授之約	
1. 本研究於研究架構中提及有關國內外研究機構及學者拜訪，惟其內容並未在報告中呈現，相關參訪之發現或心得是否納入報告內容，建議予以考量。	1. 感謝委員意見提供。本研究已於期末報告中增補出國報告內容摘要。
2. 有關國際間針對未來工作及技能之發展趨勢，研究團隊目前主要側重於總體面之研析，建議亦同時考慮援引國際個案企業之發展歷程及經驗，進一步探討工作職務與技能之變動。	2. 感謝委員意見提供。本研究於期末報告中針對各業分析增加國際案例分析內容，並彙整分析相關人才與技能需求變化。
3. 報告 45 頁中，研究團隊根據 3 項條件及諸多影響因子，提出 3 種可能情境，雖然未來工作及技能會受到許多面向或因素之影響，惟本案係以「創新趨勢」為主軸，建議情境可化繁為簡，可考量是否以數位科技或 AI 科技作為既定條件，並以此進行後續分析。	3. 感謝委員意見提供。研究團隊與國發會進行確認後，刪除相關情境分析研究內容，改以聚焦數位科技趨勢對於我國重要產業類別未來工作及技能需求影響進行研究。
4. 有關問卷調查對象，建議評估是否為曾經或現階段正在進行智慧化或智能化之企業，以避免受訪企業因經驗不足，無法填答研究團隊目前所設計之問卷內容。	4. 感謝委員意見提供。研究團隊與國發會進行確認後，刪除問卷調查工作項目，改以舉行產學研座談會形式來蒐集意見，以期能前瞻捕捉未來發展趨勢。
5. 建議宜聚焦於工作職務之新增與消	5. 感謝委員意見提供。本

失，以及新增工作所需之技能與既有工作之技能該如何因應調整之內容。	研究已於期末報告部份，針對各業別強化該部份內容分析。
(五)中原大學資訊管理學系教授兼電算中心主任 劉士豪	
1. 由於人才之移動快於產業之調整速度，是否考慮以現有人才為基準，進行人才需求面之研析；尤其是智慧機械，現行許多業者反映人才需求不在於「智慧人才」，反而基礎之「機械人才」斷層持續擴大，爰建議可透過訪談業者，由學用落差角度切入，以掌握學校體系人才培育問題與產業人才需求之實際狀況。	1. 感謝委員意見提供，針對各異別現有工作及技能需求，本研究已經增補相關內容於期末報告當中。另針對產學落差問題，亦於產學研座談會形式進行討論與意見蒐集。
2. 工作需求(或稱職務)與技能需求之間有必要加以區分，例如：在創新趨勢下，大數據分析相當重要，然其為工作之創造(新聘具大數據分析技能之人才)，或為技能之創造(在職人員學習大數據分析之技能)，請予以釐清，換句話說，哪些工作需額外聘人擔任，哪些工作則由在職人員學習新技能即可勝任，建議於期末報告予以區分。	2. 感謝委員意見提供，本研究內容已經針對各業別未來的工作及技能需求進行個別分析。另外，針對新興工作類型是由現有人員來擔任或是由額外聘人方式來進行人力增補，這部份研究需視企業規模大小與經濟發展狀況好壞來加以評斷，研究內容更為複雜，本研究受限於相關資源與時間限制下，暫無法處理相關研究內容的補充。
3. 由於國際案例或經驗不一定全盤適用於我國，建議於借鏡國際之過程中，宜注意國情、基礎條件及發展定位等	3. 感謝委員意見提供，本研究針對各業別工作與技能需求，皆以考量國

差異，以避免誤用，適得其反。	內產業發展狀況進行調整分析。
(六)行政院科技會報辦公室(書面意見)	
1. 本委託研究案期中報告之章節大致依照前次建議做順序調整。以二、三章建構觀察臺灣產業工作及技能需求之方法論，以四、五章選擇智慧機械產業與生技醫藥產業做方法論之驗證，章節架構符合本計畫目的。建議期中報告應就方法論之雛型提出討論。 2. 方法論部分，建議期末報告之前，可由國發會邀集各部會供需調查業務，測試本方法論實際操作之可行性與需要修正方向,俾利方法論後續的運用。	1. 感謝意見提供。本研究已將研究架構重新進行調整。另參酌國際文獻方法，重新規劃一長期觀測方法，並於本研究期程進行歸納分析。 2. 感謝意見提供。本研究已針對初步研究成果於期末報告審查前邀請各部會進行各業業務的分析與討論。
(七) 經濟部	
有關本案產業職能基準之研究調查成果，建議後續提供本部參考。	感謝意見提供。待本研究成果確認後,可提供給貴單位進行參考。
(八) 教育部	
1. 有關本案研究成果，建議回饋本部，以作為未來人才培育等相關政策規劃之參考。 1. 報告中有關智慧機械產業之內容，相較於生技醫藥產業略顯不足，建議予以補充。 2. 研究團隊所盤點之國外產業發展趨勢及相關研究成果，建議可依我國產業發展狀況應用於本案，以提高報告實用性。	1. 感謝意見提供。 2. 感謝意見提供。針對智慧機械研究內容已經進行增補相關調整作業。 3. 感謝意見提供。本研究已經依我國產業發展狀況加以應用，並針對各業別研究進行增補

	相關分析。
(九) 衛福部	
期中報告第五章有關生技醫藥產業之人才需求分析內容不多，建議予以補強，並調整以下內容：	
1. 報告 83 頁，有關「圖 5-1 生醫產業與保健行業參與者之相互關連」係引用美國 2006 年資料，建議評估該資料是否適用於現今狀況。	1. 感謝意見提供。相關研究內容已經修正。
2. 報告 85 頁，有關研究團隊所整理出部分發展趨勢，建議增加再生醫學及結合 3D 列印等發展趨勢內容。	2. 感謝意見提供。考量我國生技醫藥發展方向，本研究已補充 3D 列印及再生醫學相關發展趨勢。
3. 報告 87 頁，有關「(四)遠距照護與行動醫療」之標題，建議調整為「(四)遠距照護與行動智慧醫療」。	3. 感謝意見提供。相關研究內容已經修正。
4. 報告 92-93 頁所提及有關部分工作需具備「國家資歷架構」5 至 9 級不等之證書，建議可補充該證書相關內容，以利連結後續所需工作技能。	4. 感謝意見提供。本研究針對我國生技產業發展主要依據產業發展型動方案來進行研析，且考量國家資歷架構對於我國證書規劃需求連結度相對不足，故無更新相關研究內涵。
(十) 國發會產業發展處(書面意見)	
1. 本案係研析我國面臨未來數位創新之趨勢變化，對於工作及技能之影響，惟目前報告內容所探討之趨勢，除產業科技變遷外，亦包含新興市場崛起、人口結構變化等與數位創新趨勢	1. 感謝意見提供。研究團隊與國發會進行確認後，刪除相關情境分析研究內容，改以聚焦數位科技趨勢對於我國

關聯性較低之面向，建議研究團隊宜聚焦於數位創新趨勢變化，以職能基準相關模式(包含工作任務、對應之行為指標、知識及技能等職能內涵)，更深入探討對於工作及技能之影響。 2. 報告 101 頁，有關臺灣生醫主要產業聚落，建議依經濟部生技醫藥產業發展推動小組於 106 年 10 月所發布之「2018 生物技術產業簡介」，進行相關內容之調整。	重要產業類別未來工作及技能需求影響進行研究。 2. 感謝意見提供。針對這部份研究內容，後因相關研究方向調整已經進行刪減。
(十一) 會議結論	
1. 本委託研究期中報告已如期完成，經審查原則同意通過，並依合約期程辦理後續相關事宜。 2. 請研究團隊參酌審查委員及各單位代表意見，補充修正研究報告內容，俾如期如質完成委託研究。 3. 為利前瞻掌握「5+2 產業」於不同產業發展階段之工作與技能需求樣貌，本案(第一期)先聚焦智慧機械與生技醫藥 2 產業，後續研究成果應落實於經濟部所建置之產業職能基準之中。至於「5+2 產業」其餘業別，包含國防產業、綠能科技、亞洲・矽谷、循環經濟、智慧農業等，請研議儘速於明(107)年完成相關研究分析。	1. 遵照主席意見辦理。 2. 遵照主席意見辦理。 3. 遵照主席意見辦理。本研究內容已與國發會進行確認，針對各業別分析部份，智慧農業、智慧機械、綠能科技、生技醫藥、金融科技、智慧零售等業別。

附件三 期末審查意見回覆

計畫名稱：創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析	
執行單位：臺灣經濟研究院	
審查會議：□期初報告 □期中報告 ■期末報告	
審 查 意 見	辦 理 情 形
106 年「創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析」委託研究報告期末報告審查，意見如下：	
(一)國立政治大學莊院長奕琦	
1. 本計畫依據委辦單位需求已進行相當的調整，並達到相當的研究成果。惟目前研究結果仍多屬描述性分析，對於建構長期觀測方法上，仍需有一些質化、尤其是量化的分析，從而提出可操作性的政策建議，例如工作需求及工作技能之具體、標準化分類。	1. 感謝委員意見提供。本研究方向在與委辦單位討論確認後主要強調質化分析模式，針對本研究延續量化分析方向，考量研究時程限制之下，會請委辦單位衡量視後續政策分析需求方向進行相關研究可行性評估，暫不於本研究內容進行研擬。
2. 美國 O*NET 與歐盟 ESCO 的方法是否能提供我國相關作業參考，需再分析研究，始能建構適合我國所需的指標。	2. 感謝委員意見提供。本研究已增補美國 O*NET 與歐盟 ESCO 的方法論述，考量我國尚無完整工作技能架構限制下，參酌國外工作技能內容進行研析。
3. 目前研究已達階段性目的，惟現有研究仍偏向樣貌性之分析，建議事項亦偏向原則性之建議，對實際政策助益較不明確，建議再進一步建立未來工作需求與技	3. 感謝委員意見提供。針對未來工作需求與技能標準化分析，考量研究時程限制下，會請委辦單位衡量後續政策分析需求方向進行相

能之標準化分類，俾有助於未來政策規劃的具體參考。	關研究可行性評估，暫不於本研究內容進行研擬。
(二) 政治大學勞工研究所成教授之約	
1. 美國 O*NET 與歐盟 ESCO 資料是否有指出這些新興職務的需求於未來何時發生?請補充說明。	1. 感謝委員意見提供。本研究主要採用美國 O*NET 工作技能架構，針對未來職務變化皆以未來 10 年為研究範疇。
2. 本報告內容涉及工作內容及職能需求，建議增加職能相關文獻資料。	2. 感謝委員意見提供。本研究將於結案報告中增補各國相關職能文獻整理。
3. 本報告所建議的職務是指未來多久的需求，應加以說明，為利於落實，建議可區分為短、中、長期之需求。	3. 感謝委員意見提供。由於本研究方法是採取質化分析模式，不似量化分析可進行短中長期評估衡量，故本研究內容仍採單一說明為主，不進行短中期的動態需求說明。
4. 報告中針對智慧農業未來工作和技能的建議，是否符合我國農業未來 10 年發展的樣貌，值得商榷，建議再進行確認與調整。	4. 感謝委員意見提供。本研究主要依循國際產業發展趨勢與國內產業發展狀況進行我國農業未來發展樣貌。由於未來產業發展樣貌需視國內政策方向與產業升級方向而定，因此本研究提出相關產業觀點看法，提供給委辦單位參酌。
5. 未來人才的培養關鍵還是在於教育體系，建議可進一步評估教育體系在人才培養上的挑戰。	5. 感謝委員意見提供。本研究已針對教育體系未來建議方向進行說明。
6. 職訓體系是否足以承擔未來所	6. 感謝委員意見提供。本研究

需人才的訓練，建議應加以評估。	主要分析我國未來工作及技能需求進行整體性評估分析，針對職訓體系未來訓練方向，本研究成果可提供給相關單位進行後續規劃。
7. 人才是否有國外需求或跨地域運用的可能性，建議可納入分析。	7. 感謝委員意見提供。本研究主要是針對未來工作及技能需求進行分析，而針對人才國外需求引進或是跨地運用議題，並非是本研究主要內容。針對委員所提及部份描述，本研究已經補充相關內容於第三章當中。
(三) 國立臺灣大學國家發展研究院辛副教授炳隆	
1. 建構「未來工作及技能需求長期觀測方法」係本研究主要工作項目之一，目前研究團隊所提出的觀測方法，於可操作性與可複製性部分仍待商榷，且在政策建議中，並未提相關因應的建議，建議補充。	1. 感謝委員意見提供。針對觀測方法與流程，本研究已經補充各業在實際評估方法的詳細說明，請參酌第四至九章第四節內容。
2. 研究團隊對於各業別未來工作與技能需求變化之分析，多數乃完全參照美國 O*NET 與歐盟 ESCO 資料，但在報告中並未對這些資料庫有所說明，建議補充。	2. 感謝委員意見提供。本研究已經補充美國 O*NET 與歐盟 ESCO 資料說明於第二章。
3. 研究團隊照美國 O*NET 與歐盟 ESCO 資料所分析未來需求之結果，建議宜再透過專家座談予以補強。	3. 感謝委員意見提供。針對本研究成果皆透過多場產學研座談會進行專家綜合討論後形成共識與結論。

4. 整份報告宜清楚區分「職務」、「工作內容」與「職能」，另目前所採行的分析方法，係先分析「職務」，再分析每一職務所需職能，惟考量未來可能因工作內容重組而顛覆現有職務結構，爰建議研究團隊直接針對職能提出相關建議。	4. 感謝委員意見提供。本研究主要採用職務-技能方向來進行分析，至於針對技能整體性分析，本研究透過彙整國內外文獻及國內各業未來需求狀況，有進行跨產業技能需求分析，請詳見第三章內容。
5. 政策建議宜更具焦、更具體，例如可以根據分析結果，提出當前最迫切需要建立的職能基準有哪些?	5. 感謝委員意見提供。本研究主要進行我國未來工作及技能需求整體性方向與六大產業實際需求。惟職能標準認定是相當具有專業性與複雜性，以本研究能量無法進行評估，但若針對當前最需要建立的職能基準分析，建議由勞動部指示各產業別的單位主管機關參酌本研究內容後進行評估。
(四) 財團法人資訊工業策進會數位教育研究所洪副主任世家	
1. 針對產業環境變動極為快速之新興產業調查，從探索需求、研訂調查方法、規劃產業情境分析研究，執行團隊在研究過程中，能面對調查不確定因素，進而調整改變調查方式，在短期間內，針對智慧農業、智慧機械、綠能科技、生技醫藥、金融科技、新零售等領域，提出未來工作新職能技能需求，成果極為不易，首先對工作團隊之努力給予肯定。	1. 感謝委員肯定。

2. 結論提到「我國現有產業發展是以硬體應用為重，軟硬體整合是未來重要工作技能類型」，極為認同，然而在現有教育體制下，過多的理論性課程，不利實務型軟硬體整合人才之培養，若要有長久持續人力提供，教育體系相關的學程設計恐要重新思考。	2. 感謝委員肯定。
3. 傳統教育體系下，單一專業技能之科系規劃不利新興跨域人才之養成，教育部雖有規劃跨領域學位學程，然各校在規劃上仍跟不上產業發展；本報告所調查研究之領域即為明顯之例證，希望未來教育體系在基礎人才之培養上，除了目前以院為基礎的學位學程設計外，更能鼓勵跨院的學程規劃，本報告內容應可提供各校極為有用的規劃方向。	3. 感謝委員意見提供。本研究報告內容可提供給教育部另轉給學校單位進行參酌。
(五) 行政院科技會報辦公室	
1. 研究團隊所引用的美國 O*NET 資料，係以全球角度進行分析，與臺灣之關聯性可能不高，且各國產業發展領域與重心不盡相同，所需技能內涵亦有所差異，亦應評估並加以說明。	1. 感謝意見提供。本研究所採用美國 O*NET 資料必非是以全球角度進行分析，是針對美國發展狀況為分析依據，且本研究論述透過產學研專家座談會進行聚焦與調整，以符合國內產業發展需求。
2. 本報告對未來職能需求雖有清楚分析，惟尚未考量臺灣中小企業占比重高達 97%(特別是智慧	2. 感謝意見提供。本研究主要進行我國未來工作及技能需求整體性方向與六大產

機械、新零售、智慧農業等領域)，與美國大企業會提供實務訓練，使員工技能符合業界需求之情形不同，因此，中小企業及其人才培訓未來將如何轉型發展，建議加以評估。	業實際需求。中小企業人才培訓方向實為重要，本研究成果可提供給中小企業相關單位作為未來人才培訓的參考方向。
3. 基礎型與專業型跨域人才之培訓方式非常不同，前者著重於學校端跨領域學科之π型人才培育，而後者則著重於產業端跨領域專業實作，建議研究團隊可結合目前教育部、勞動部及經濟部相關之跨領域政策規劃，提出相關政策建議。	3. 感謝意見提供。針對跨域人才培育方向本研究已經提供初步建議內容，針對後續跨政府單位的政策規劃，可視後續政策需求進行相關研擬工作。
(六) 教育部	
1. 研究團隊所提之政策建議，與本部目前所推動之政策及未來政策方向相契合。	1. 感謝意見提供。
2. 簡報第 48 頁有關基礎性與專業性跨域課程規劃，兩者如何界定與區分，建議進一步釐清與說明。	2. 感謝意見提供。本研究已經進行相關補充說明。
3. 建議針對特定業別分析其職能發展趨勢，並提供跨領域課程設計之政策建議，以利學校進行後續課程規劃、跨學院課程/師資整合之參考。	3. 感謝意見提供。本研究之研究方向主要是針對未來工作與技能進行整體性方向，考量研究期程與資源限制下，無法進行跨領域課程設計政策規劃說明。但可提供本研究成果給教育部相關單位進一步針對跨領域課程設計彙整專家學者進

	行研析。
(七) 經濟部工業局	
有關本研究所作職能需求分析，建議後續提供本部作為職能基準建置之參考。	感謝意見提供。
(八) 衛生福利部	
本部期中審查會議所提相關意見，研究團隊已修正與說明，爰無進一步意見。	感謝意見提供。
(九) 金融監督管理委員會	
1. 報告第 141 頁第一段所提支付、保險、存放款、市場資訊、投資管理與資本募集等，按照 WEF (2015)發布的報告，係指金融科技於金融產業之六大應用面向，而非代表金融科技產業範疇，建議研究團隊予以修正。	1. 感謝意見提供。相關內容已經進行修正。
2. 簡報第 41 業所指出金融科技產業之新興工作機會不多的原因，與報告第 155 業所列舉的原因不一致，建議重新檢視確認。	2. 感謝意見提供。相關內容已經進行修正。
3. 相較於美國，英國、新加坡、香港為金融科技產業較發達的國家(地區)，建議研究團隊可比較這些國家(地區)與我國於金融科技相關工作及技能需求之差異，從中觀察未來我國於此領域可能之工作與技能需求。	3. 感謝意見提供。本研究透過增補主要國家職能需求盤點分析，若針對金融產業未來技能需求，目前英國 UKCES 有透過未來情境模擬與質化專家意見進行分析，
(十) 勞動部	
1. 本報告有關未來減少僱用之工作類型及工作型態之調整等內	1. 感謝意見提供。

容，可做為未來本部輔導勞工就業之參考；另有關未來工作及技能需求趨勢之研究成果，亦可作為後續職業訓練課程的檢討、調整，以及對企業訓練資源挹注方向之參考。	
2. 有關研究團隊建議建立就業/職訓資訊平台方向，查目前本部已有「臺灣就業通」彙整前述相關資訊，對此，若研究團隊仍有其他意見，建議提供更具體說明。	2. 感謝意見提供。
3. 報告第 176 頁有關政策建議方向第一項之第一點內文，對於勞動部於推動職能基準所擔任之角色，建議研究團隊根據現況作更精確之描述，本部係負責職能基準的協調、整合、品保及輔導各部會發展職能基準之方法，彙收各部會所訂職能基準置於 iCAP 平台供各界參考。	3. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修訂。
4. 有關研究團隊針對人才需求培訓，建議應結合公協會及職訓資源規劃課程，以及擴大 iCAP 職能導向課程類型與規模，與本部政策方向相符，將持續加強辦理。另本部亦支持研究團隊所提建議，根據未來產業發展趨勢，盤點、檢視目前現有職能基準，並運用研究成果，提供各目的事業主管機關作為擴充職能之參考方向。	4. 感謝意見提供。

(十一) 行政院農委會	
1. 報告第47-50頁有關智慧農業之定義與範疇，圖 4-2 僅侷限於智慧農業之一部分，相較而言，圖 4-4 較能顯現智慧農業全貌，建議再釐清本計畫研究範疇與智慧農業之界定。	1. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修訂。
2. 本計畫對於智慧農業較聚焦於科技面向，同時又限縮於數位科技導入智慧農業科技所形塑之智慧農業，新產業的行程須有足夠市場需求，臺灣並非所有農業均需要導入數位技術(需考量生產成本)，請加以補充說明。	2. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修訂。
3. 本計畫是為瞭解未來 10 年工作及技能需求分析，然計畫成果並未先敘明未來 10 年之產業情境，再據此推論可能之產業需求，建議補充說明。	3. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容描述的修訂。
4. 報告第 45 頁有關日本政府推動之政策內容，建議強化相關內容，非僅以單一案例為主；另建議智慧農業國際發展案例亦納入韓國及新南向國家之新興農業發展狀況。	4. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修訂。
5. 報告第51-52頁有關我國智慧農業政策推動規劃與未來發展方向，由於智慧農業政策面向大於「智慧農業 4.0」計畫，建議調整報告中「智慧農業 4.0」與「智慧農業」相關內容之鋪陳順序。	5. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修訂。

6. 報告第 53 頁(二)未來科技應用推動發展方向內容所提之十大重點領域圖 4-5 及圖 4-6，係指「智慧農業 4.0」計畫之領域，非智慧農業政策推動的領域，請修正。	6. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修訂。
7. 報告第 57-60 頁表 4-4 至表 4-7，各職務工作內容、核心專業技術及技能等較偏原則性之描述，建議針對各類型工作內容做明確界定，再結合智慧相關科技，對應核心職能所應新建立的核心技術及技能做細緻的描述，以提供規劃培訓各類人員之參考。	7. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修訂。
(十二) 經濟部商業司(書面意見)	
1. 報告第 9 章論述的「新零售」與「智慧聯網商務」之內涵，與第 160 頁第 2 段指出亞馬遜(Amazon)等發展的無人商店的概念是否類同?此外，查對亞馬遜近年來的零售服務變化，有稱為「次世代零售(Next Generation Retail)」，亦有稱為「未來零售(Future Retail)」，本部目前推動者，係定位為「智慧零售」。因此，是否要逕以「新零售」為此類零售服務的代名詞，建議再為考量。	1. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修訂。
2. 報告第 158 頁第 3 段指出「零售業的內容可大致區分為商品與	2. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修

服務，如成衣、家具或美髮健身等。」依據行政院主計總處行業標準分類，美髮及健身分屬「S 其他服務業」及「R 藝術、娛樂及休閒服務業」，是否符合本計畫「新零售」一詞之定義範疇，建請再考量。此外同段指出，「電商產業興起後，以標準化產品為主的實體公路最受打擊。因此，實體通路紛紛轉而提供消費者來店『體驗』為主，…加入更多非標準化的體驗和服務…」。但是在第 4 段指出「隨著電商服務的普及，這些服務型零售業也開始推出標準化產品。」上述有關標準化與非標準化產品或服務之說明，建請再為釐清。	訂。
3. 報告第 163 頁圖 9-3 中，「技術採用者」圖中標示為「批發零售及住宿餐飲業」，此部分是否與新零售的定義範疇一致?此外，物流業是否也應涵蓋在內?建請再為釐清。	3. 感謝意見提供。本研究已進行相關內容文字描述的修訂。
(十三) 國發會人力處	
1. 有關本研究之研究方法內容，請於報告中完整呈現 6 個產業最後成果之推演過程。	1. 感謝意見提供。本研究已增補相關研究內容描述分析。
2. 有關報告中的建議事項，請研究團隊補充本研究針對未來工作及技能需求所建立的長期觀測方法，其操作限制及後續精進作	2. 感謝意見提供。本研究已增補相關研究內容描述分析。

為。 3. 研究團隊將國際對未來工作及技能相關研究內容方法論整理於附件五，建議移至報告中的文獻探討中呈現。 4. 其他有關文章排版、文字誤植疏漏或其他需調整之處，本處將於會後提供研究團隊書面資料。	3. 感謝意見提供。本研究已調整相關研究內容描述分析。 4. 感謝意見提供。本研究已增補相關研究文字描述內容。
(十四) 會議結論	
1. 本委託研究期末報告已如期完成，經審查原則同意通過，請研究團隊參酌審查委員及各機關代表所提意見，補充與修正期末報告。 2. 請研究團隊依契約規定辦理教育訓練及研討會分享研究成果，並於本(107)年 6 月 27 日前將修正後研究報告(含審查意見回應對照表)提送本會，俾利辦理後續結案作業。	1. 遵照主席意見辦理。 2. 遵照主席意見辦理。

附件四 出國報告重點摘要

台經院為執行國家發展委員會「創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析」委託研究(第一期)計畫，本研究團隊於 2017 年 10 月 17 日至 27 日透過拜訪歐洲之相關研究機構與民間機關，以便深入瞭解歐盟及歐洲國家(英國、比利時、愛爾蘭)面臨數位創新發展趨勢下，對於未來人力需求及工作技能轉變狀況，如政府規劃未來整體工作技能相關政策、如何進行相關工作技能培訓、未來重要數位技能需求有哪些等議題。另配合我國現今「5+2 產業創新方案」政策推動發展方向，針對兩大重點產業-智慧機械與生技醫藥產業，透過訪談瞭解歐洲國外研究機構的現今產業人力及技能的發展需求與未來規劃方向。最後，綜合以上訪談結果，做為我國未來相關產業在進行工作及技能需求之相關政策與後續規劃參考。

一、 心得與建議

本研究團隊透過本次出國訪談機會，拜訪歐洲政府機關、研究機構與民間機關，主要針對歐盟目前針對工作技能需求推估議題進行瞭解，並依訪談結果，做為我國未來工作及技能相關研究及政策方向研擬之參考。本次訪談包括 13 個單位， EEF The Manufacturers' Organization 、Warwick Institute for Employment Research 、UK Skills Federation、Greater London Authority、techUK、Cogent skills-SIP、All Digital、Employment, Social Affairs and Inclusion/ New Skills for New Jobs/ESCO、Agoria、Department of Education and Skills 、Irish Digital Skills and Jobs Coalition 、 Institute of Public Administration (IPA)、Forfás- Expert Group on Future Skills Needs(EGFSN)等。訪談內容涵蓋歐盟及歐盟國家針對現今工作技能架構制定機制、製造業及生技醫藥產業的工作技能需求狀況、及師徒制及職訓機構的未來發展及其在勞動市場的定位等。

本次出國訪談心得及相關建議主要有兩大部份，分別為數位創新下對產業及工作技能之影響和後續教育職系架構配合調整。

1. 數位創新下對產業及工作技能之影響

(1) 歐盟工作技能架構規劃有助於歐盟各國衡量技能需求，透過

跨國綜合性計畫來提升歐盟各國數位技能層級

歐盟各國的經濟與勞動市場狀況各有不同，為能提升勞動市場效率，ESCO 建構一套工作及技能標準架構，讓歐盟各國除了有各自的工作及教育程度標準外，亦可透過 ESCO 標準來與其他歐盟國家進行對照與連結，以促進歐盟勞動市場的效率。ESCO 為一跨面向的工作技能分類系統，主要目的是強化歐盟就業者跨國工作的移動力、在技能標準基礎下進行工作媒合、強化工作僱用資訊透明度、架接就業與教育系統、利用大數據分析提供更好的就業市場整合狀況。

以目前觀察來說，歐盟現階段面臨自動化趨勢，未來會有部份人力被取代，但尚無規劃相關政策來因應。「E-skill for jobs」是 EU 的跨國統合性計畫，提升歐盟不同國家的數位技能層級，主要規劃為 2016-2018 年共 3 年計畫，目前已經進行 2 年，未來在面臨歐盟各國國情不同的考量下，仍應該有建構此共同標準的計畫核心，但應該授權各國去進行相關資訊的推廣與訓練。

《建議方向》歐盟針對數位技能需求推估，透過建構整體工作技能需求架構來進行現有數位技能的發展，進而系統性處理數位落差與職訓或其他技能提升課程規劃。由於我國目前針對技能需求規劃，僅有各主管機關針對各主要業別的職能基準，建議未來應在此基礎下進一步規劃整體性技能架構工作。

(2) 規劃產官學研單位參與國內數位技能體系運作機制

英國政府針對技能培訓主要有企業能源及產業策略部(負責與雇主及部門技能委員會進行溝通協調與規劃產業技能策略與政策)、Ofqual(主要負責國家資格標準制訂)、Ofsted (視察監督大學技職體系)、教育部(針對師徒制度進行資金籌措及制訂標準和架構)。由 National Skills Academy 來提供產業需要的技能訓練，並一同由 Ofqual、Ofsted、教育部進行相關課程規劃。由此可知，在英國技能體系中的主要關係成員有政府、部門技能委員會、大學、私人訓練機構、認證機構、技能資格規劃者等。

《建議方向》歐盟針對數位技能議題，透過產官學研參與技能系統，由產業提供未來工作技能需求，在政府單位主導下，由民間單位或是 NGO 進行相關培訓或是課程設計。目前針對數位技能職訓方向

主要包括提升基礎數位技能、擴展就業能力和創業精神、增強程式設計能力(coding)、培養數位媒體素養、社會所需的 STEM 技能。為能使職訓規劃及相關課程內容可以符合產業工作技能的實際需求，建議我國在進行未來技能需求規劃，應建構技能需求發展體制，由產業需求出發，整合產官學研的能量。

(3) 數位創新對產業影響短期主要在技術層面，對技能需求影響有限

現今數位趨勢發展下，如物聯網、大數據、機器人、深度學習等重要發展面向，勢必會讓部份工作消失，亦會增加新的工作機會。電腦與資訊通訊技術在過去 40 年深深影響全球經濟，可將數位創新經濟視為相關發展的延續，以目前 AI、機器人等重要發展趨勢，若以技術層面視之，其影響相對明確且重要。但若以經濟層面來說，一方面會取代現有工作機會，然另一方面亦會創造出新的工作機會，以目前發展趨勢狀態，短期而言可能影響會相對有限，改變不大。

(4) 科技變化使製造業未來面臨技術人員短缺問題，數位落差問題日益浮現

未來製造業在科技創新潮流發展下，勢必要改變製造業結構，藉以降低勞動力可能面臨不足的衝擊。尤其未來科技業面臨的最大挑戰是技術工人的短缺問題，據估計英國未來兩年新增數位技術工程師需求高達 74.5 萬人。英國製造業主要面臨以下的挑戰：

- 英國脫歐的勞動力變化：目前英國製造業市場的人力需求有 11%是來自非英的歐盟國家，包含高中低不同層次的技能需求，未來在脫歐情況確定下，英國勢必會面臨勞動力短缺問題，尤其對金融業發展影響尤甚。目前倫敦的高階勞動需求主要來自於歐盟其他國家，未來在英國脫歐的衝擊之下，勢必對國內高階勞動市場產生影響。
- 英國訓練中心教師技能不足問題：英國目前訓練中心的教師亦面臨技能過時即不敷使用的問題，現有老師所擁有的技能無法滿足未來產業發展所需的技能需求，教師學習很慢。針對教學方法上，由於程式語言屬於硬性工作技能，無法應用到現今實際的商業環境。因此，在課程設計上會著重於商業

案例分析來幫助學員運用相關技巧於工作環境。

- 英國女性投入科技業比重偏低問題：以英國科技產業就業而言，女性投入比重偏低，亦是英國未來增加高科技製造產業就業來源的主要切入重點。

《建議方向》分析我國技能需求規劃問題，如何提供產業所需的技能需求是政策規劃的重點，不僅是求職者/就業者的技能提升，教師的技能需求相對容易被忽略的，建議我國應針對現有教師技能提升方向，及早提出相關作法。

2. 教育職系架構配合調整

(1) 英國教育體系研究能量朝向商業化方向推動，職訓主要透過 NGO 彙整產業需求來進行並擴大推廣師徒制

以英國現有教育體制來看，大學的研究能量是相當充沛的，但以先進國家來說英國研究商業化程度較差，是目前需要解決的問題。若以現有工作學歷需求層級，可以分為 Level 1-Level 5、BSc、master、PhD 等。其中針對 Level 1 重複性高的工作，在面臨自動化趨勢，未來會完全消失；另針對技能升級部份，沒有產業別及年齡的限制，就業者可以進行跨產業的技能養成，亦可透過師徒制，一邊工作另一邊參與相關技能提升的課程。

此外，英國政府機構編制並無訓練中心規劃，主要是委託類似 EEF 機構來進行相關人力培訓作業。目前 EEF 訓練課程有針對未來數位創新變化進行調整，2015 年投入數百萬英鎊，透過定期更新相關技能學習的機械設備，以確保學員在訓練過程中能獲得最新的技能。除提供職訓之外，面臨未來工作及技能工作變化，EEF 亦觀察蒐集歐洲的德國、瑞典等國之製造業因應模式與經驗，並針對英國具有相對競爭力的強勢產業(如航太)進行長期預測規劃。英國工作技能訓練規劃，由企業雇主提出人才需求，並由 GLA 提供資金給國內訓練中心，並由企業雇主與訓練中心一同進行相關課程設計，所訓練出來的學員不一定受雇主之僱用，但至少可符合產業需求。

(2) 愛爾蘭職訓透過區域性技能論壇了解技能需求並加以訓練

愛爾蘭主要由 EGFSN 及 Skills and Labour Market Research 進行技能需求相關規劃，舉辦區域性技能論壇，主要瞭解在不同區域與不同產

業技能需求狀況，另成立 Sector Skill Councils (SSC)來統整規劃上述區域性與不同業別的技能需求。目前教育部有 140 個關於教育及職訓的行動方案，包含 50 個利害關係人意見，並與 32 個政府政策相互配合，並取得一致的共識。在制定或調整教育及職訓政策上，需要大量的不同區域及不同產業的技能需求資料才能進行。

《建議方向》英國針對現有師徒制度進行修改與調整，以符合未來數位趨勢下工作和技能相關需求，並在學校教育與企業體制中進行推廣與實施。建議針對工作技能需求，我國教育體系應提供跨產業人才養成，終生學習概念推廣，強化技職教育與企業需求的連結。

二、 訪問單位簡介

【EEF The Manufacturers' Organisation】

EEF 是英國最大的雇主機構(employers' organization)，前身是工程雇主聯合會，與英國的製造業、工程和技術型企業合作，進行英國先進製造的培訓和相關研究。EEF 為企業提供就業法律、員工關係、健康、安全、氣候與環境、資訊和研究與職業健康方面的諮詢。另外，EEF 代表英國在製造工程和技術行業的業務提供政治代表，向政府、議員、區域發展機構、環境保護部門和歐洲機構進行遊說。主要目的是推廣和支持英國企業和創新，通過諮詢和培訓來支持企業，EEF 所提供的專家服務可幫助企業提高流程和生產力，維護安全的工作場所，發展未來所需技能，高效和靈活員工隊伍。

【Warwick Institute for Employment Research】

Dr. Rob Wilson 的研究重點是分析職業和技能對勞動力需求和對生產率變化議題，尤其對專業科學家和工程師的勞動力市場有所專長，研究內容也包含在組織內的作用以及影響這些職業的教育、培訓和就業情況。此外，Dr. Rob Wilson 制定預測勞動力市場未來變化方法，作為 Cedefop(歐洲職業教育和培訓中心)為期 4 年工作計畫的一部分。Dr. Rob Wilson 研究歐洲國家和國際各級技能需求的變化和供應模式，主導 Cedefop Skillsnet 項目，以進行歐洲職業技能需求的中期預測和技能供給研究項目，對整個歐洲的技術需求和供給進行全面

的評估。

【UK Skills Federation】

UK Skills 為是一個非營利性組織，成立於 1990 年，主要負責業務包括管理創新，致力於提高英國技能水平，舉辦高規格的技能競賽和獎項(World Skills UK)，藉以展現如何改善個人和組織技能創新效率。UK Skills 還舉辦國家培訓獎，主要發表針對優良培訓成果舉行公開活動，亦代表 DIUS 並聚焦培訓可以讓組織發揮作用的員工。

【Greater London Authority (GLA)】

Greater London Authority (GLA) 為大倫敦行政機構及倫敦議會，是一個戰略性的地方權力機構，具有運輸，警務，經濟發展，消防和應急規劃權。倫敦市長設立 Londoners Taskforce，以確保倫敦的所有企業都能獲得所需的技能。針對倫敦人所需要的技能，主要兩大與技能發展的主要面向：

- 運用倫敦人技能資本基金(Skills for Londoners Capital Fund)提供補助給提升倫敦人技能服務的培訓機構之相關學習設施和設備
- 運用 Mayor's Digital Talent Programme 幫助年輕人發展數位、科技和創意工作的技能

【techUK】

歐盟委員會於 2015-2016 年舉辦 eSkills for Jobs，目的是提高對歐洲民眾對 ICT 技能的掌控能力。雖然歐洲的失業率很高，但 eSkills for Jobs 反應出未來歐洲對 ICT 技術專業人才成長是有需求。eSkills for Jobs 與歐盟委員會“聯合數字工作聯合倡議(European Commission’s Grand Coalition)”是相互配合，可以幫助解決具有 ICT 技能的歐洲公民人數不足之問題，並可以利用 ICT 技能創造就業機會。eSkills 對於從事中小型企業、年輕人和失業者進入勞動力市場成為專業人員或需要高技能勞動力的企業來說相當重要。techUK 是 eSkills for Jobs 在英國倫敦的機構，願景是讓英國成為開發和使用數位技能的領導者，為英國經濟及其公民帶來利益。

【Cogentskills】

Cogentskills 是一個非營利組織，其戰略目標是培訓在英國建立具有全球競爭力的科技產業(Science Industry)能力的年輕人和支持現有勞動力發展，掌握採用新技術所需的技能，創新產品和服務。Cogentskills 是 Science Industry Partnership, SIP 的合作夥伴，Cogentskills 還為政府部門和企業雇主提供資金，並作為標準制定機構。提供關於科技業及生技產業等工作的職業資訊。

【All Digital】

All Digital(以前稱為 Telecentre Europe)是總部設在布魯塞爾的泛歐協會，代表歐洲成員組織，並與 25,000 個數位能力中心(digital competence centres)合作。All Digital 主要協助數位技能水平不足的歐洲人，透過提供培訓和諮詢，幫助歐洲公民成功實現數位轉型。

【Employment, Social Affairs and Inclusion/ New Skills for New Jobs/ESCO】

New Skills for New Jobs 主要促進對未來技能需求的更好之預期，達到發展技能和勞動力市場需求之間更好的匹配結果。實際措施包括：

- 歐洲職業培訓發展中心的預測(CEDEFOP)
- 分析部門層面的新興趨勢和部門技能委員會的發展情況
- 歐洲終身學習關鍵能力框架 - 定義每個人都應該在知識社會中蓬勃發展的八大關鍵能力
- ESCO—目前正在開發的歐洲技能/能力，資格和職業分類 - 將描述最相關的職業技能，能力和資格
- 歐洲資格框架—在學習成果的基礎上定義資格，所以每個人都可以從實際的角度理解他們的意思
- 歐盟資助—通過歐洲社會基金和伊拉斯姆斯+計劃
- University-Business forum—鼓勵商業與教育與培訓機構之間對話

【Agoria】

歐盟委員會於 2015-2016 年舉辦 eSkills for Jobs，目的是提高對歐洲民眾對 ICT 技能的掌控能力。雖然歐洲的失業率很高，但 eSkills

for Jobs 反應出未來歐洲對 ICT 技術專業人才成長是有需求。Agoria 是 eSkills for Jobs 在比利時布魯塞爾的機構,其中底下 Talent & labour market 中心，主要有兩個方向：

1. 人才招聘：通過增加雇主在技術領域的吸引力，加強企業與教育之間的聯繫;通過對技術和高等教育改革，未來規劃培養工作所需技能，如 ICT 技能和新媒體技能。
2. 可持續人才發展：為了使成員公司有效持續地管理自己的能力，幫助他們最大限度地利用所有可用於終身培訓和輔導的工具和方案，如部門培訓基金提出和能力中心。主要支持成員公司開發能夠應對勞動力市場挑戰的人力資源管理

【Department of Education and Skills】

Department of Education and Skills 為愛爾蘭政府機關，主要使命是提供優質的教育，使個人充分發揮各自潛力，為愛爾蘭的社會、文化和經濟發展做出貢獻。主要任務是：促進公平和包容，質量結果和終身學習、規劃與個人、社會、文化和經濟需求相關的教育政策制定與評估。2010 年 Department of Enterprise, Trade and Employment 移轉技能訓練業務到 Department of Education and Skills。

【Irish Digital Skills and Jobs Coalition】

Irish Digital Skills and Jobs Coalition 於 2017 年 4 月 27 日發起。本身是一個多方利益攸關方合作夥伴關係，致力於解決數位技能短缺問題，並使每個人都受益於數位經濟和社會。發起主要原因是在歐洲新技術議程發布之後，包括建立數位技能和工作聯盟，歐洲委員會要求愛爾蘭電腦學會(Irish Computer Society)領導建立在愛爾蘭合作機制。Irish Digital Skills and Jobs Coalition 的合作夥伴包含 several government departments (Jobs, Enterprise and Innovation; Education; Communications, Climate Action and Environment; an Taoiseach; Public Expenditure and Reform), Ibec, Dublin City University, Solas, Trinity College Dublin, the Third Level Computing Forum, Computers in Education Society of Ireland, Irish National Organisation for the

Unemployed, Professional Development Services for Teachers, Science Foundation Ireland, Fast Track to IT, European Movement, Innovation Value Institute, LYIT, IT Sligo, DKIT, eHealth Ireland, IDA, GMIT, an Garda Síochána, and Tech Ireland as well as several small and large enterprises.

【Institute of Public Administration(IPA)】

Institute of Public Administration(IPA)作為愛爾蘭唯一專注於公共部門發展的公共服務發展機構，主要向愛爾蘭公共部門提供教育和培訓計畫，大部分是兼職或短期課程，但有些是由愛爾蘭國立大學或專業機構認證的。一般來說，Institute of Public Administration (IPA) 不向私營部門組織提供培訓或教育，主要任務是在公共部門管理，領導、治理、人力資源管理等領域對在地方政府和國家機構工作的公務員和員工進行培訓。

【Forfás- Expert Group on Future Skills Needs(EGFSN)】

Forfás 是愛爾蘭 enterprise, trade, science, technology and innovation 國家政策顧問委員會。2014 年 Forfás 併入愛爾蘭政府部門。Forfás 的主要功能是分析愛爾蘭工業和經濟發展領域的發展情況，並根據對政府的分析提出政策建議。EGFSN(未來技能需求專家組)成立於 1997 年， EGFSN 向愛爾蘭政府提供有關當前和將來的經濟技能需求以及影響愛爾蘭企業和就業成長的其他勞動力市場問題，主要確保技術工人的勞動力市場需求得到預期和滿足。EGFSN 通過以下方式向政府提供有關影響企業技能問題的建議：

- 技能展望和基準
- 通過教育和培訓建立技能的戰略諮詢
- 技術勞動力需求與供應數據蒐集和分析
- 影響和監測實施

附件五 腦力激盪會議與產學研座談會名單

附表 1 「未來工作技能需求規劃」腦力激盪暨專家座談會學者名單

單位	姓名/職稱
交通大學科技管理研究所	袁教授建中
淡江大學資訊工程學系	許教授輝煌
工研院產業學院人才發展研究組	周總監怡君
資策會產業情報研究所	陳資深總監子昂
中華經濟研究院國際經濟所	戴副研究員志言
大同公司行銷暨策略規劃處	楊處長勝帆
政治大學勞工研究所	成教授之約
工研院產業經濟與趨勢研究中心	蘇主任孟宗

附表 2 智慧機械產業專家座談會議學者名單

單位	姓名/職稱
工業技術研究院智慧機械科技中心	羅組長佐良
臺灣區工具機暨零組件工業同業公會	黃秘書長建中
新代科技	謝產品經理鎮陽
新代科技	陳總經理特助弘真
新鼎系統股份有限公司產業物聯網應用部	胡部經理啟華
研華寶元數控公司	郭總經理倫毓

附表 3 生技醫藥產業專家座談會議學者名單

單位	姓名/職稱
順天醫藥生技股份有限公司	周副總經理志光
聯合骨科器材股份有限公司	彭副總經理友杏
安盟生技股份有限公司	林執行長群倫
生物技術開發中心藥物平台技術研究所	張所長嘉銘

附表 4　智慧機械產學研專家座談會議學者名單

單位	姓名/職稱
臺灣科技大學電機工程系	郭教授重顯
中興大學機械系	邱副教授顯俊
工業技術研究院智慧機械科技中心	羅組長佐良
臺灣三菱電機(股)公司企劃部	陳課長煌隆

附表 5　綠能科技產學研專家座談會議學者名單

單位	姓名/職稱
臺北大學自然資源與環境管理研究所	張教授四立
健行科技大學電資學院	江院長青瓚
臺灣大學機械系	楊教授鏡堂

附表 6　生技醫藥產學研專家座談會議學者名單

單位	姓名/職稱
清華大學生命科學系	張教授大慈
臺灣大學生醫電子與資訊學研究所	莊教授曜宇
環球生技月刊	林總編輯明定
永昕生物醫藥股份有限公司	溫總經理國蘭
工業技術研究院生醫與醫材研究所	林副組長溢泓
臺灣經濟研究院生物科技產業研究中心	孫主任智麗

附表 7　金融科技產學研專家座談會議學者名單

單位	姓名/職稱
清華大學計量財務金融學系	韓副教授傳祥
政治大學金融科技研究中心	蔡副主任瑞煌
德明財經科技大學資訊管理學系	盧副教授瑞山
金融研訓院	黃院長崇哲
安侯建業聯合會計師事務所	李執行副總經理育英

附表 8　智慧農業產學研專家座談會議學者名單

單位	姓名/職稱
海洋大學海洋事務及管理研究所	李講座教授健全
農業科技研究院農業政策研究中心	劉研究員育姍
臺灣經濟研究院生物科技產業研究中心	孫主任智麗
寬緯科技公司	蔡總經理政勳

附表 9　智慧零售產學研專家座談會議學者名單

單位	姓名/職稱
臺灣大學國際企業系所	盧教授信昌
銘傳大學企業管理學系	陳主任純德
臺灣連鎖暨加盟協會	洪秘書長雅齡
商業發展研究院	李副所長世珍

附表 10　政策研擬分析座談會議學者名單

單位	姓名/職稱
金融監督管理委員會	梁專委欽洲
行政院農業委員會農業人力發展辦公室	蔡執行秘書佩君
教育部技術及職業教育司	謝副司長淑貞
勞動部勞動力發展署職能標準及技能檢定組	蘇組長昭如
經濟部商業司	陳副司長秘順
衛生福利部科技發展組	陳科長惠娟
經濟部智慧機械推動辦公室	周麗蓉協理
金屬工業研究發展中心	呂主任金原
資策會服創所金融科技創新組	羅組長至善
工研院產業學院人才發展研究組	周總監怡君
生物技術開發中心	陳副執行長綉暉

附表 11　美國 O*NET 發展前景工作(Bright Outlook List)職業類別名單

Code	Occupation
13-2011.01	Accountants
13-2011.00	Accountants and Auditors
27-2011.00	Actors
15-2011.00	Actuaries
29-1199.01	Acupuncturists
29-1141.01	Acute Care Nurses
25-2059.01	Adapted Physical Education Specialists
11-3011.00	Administrative Services Managers
29-1141.02	Advanced Practice Psychiatric Nurses
29-1069.01	Allergists and Immunologists
53-3011.00	Ambulance Drivers and Attendants, Except Emergency Medical Technicians
29-1071.01	Anesthesiologist Assistants
29-1061.00	Anesthesiologists
39-2011.00	Animal Trainers
25-1061.00	Anthropology and Archeology Teachers, Postsecondary
13-2021.00	Appraisers and Assessors of Real Estate
13-2021.02	Appraisers, Real Estate
23-1022.00	Arbitrators, Mediators, and Conciliators
25-1031.00	Architecture Teachers, Postsecondary
25-4011.00	Archivists
25-1062.00	Area, Ethnic, and Cultural Studies Teachers, Postsecondary
25-1121.00	Art, Drama, and Music Teachers, Postsecondary
13-2021.01	Assessors
19-2011.00	Astronomers
29-9091.00	Athletic Trainers
19-2021.00	Atmospheric and Space Scientists
25-1051.00	Atmospheric, Earth, Marine, and Space Sciences Teachers, Postsecondary
27-4011.00	Audio and Video Equipment Technicians
29-1181.00	Audiologists
13-2011.02	Auditors
53-6031.00	Automotive and Watercraft Service Attendants
39-5011.00	Barbers
35-3022.01	Baristas
35-3011.00	Bartenders
49-3091.00	Bicycle Repairers
43-3021.00	Billing and Posting Clerks
43-3021.02	Billing, Cost, and Rate Clerks
19-1021.00	Biochemists and Biophysicists
25-1042.00	Biological Science Teachers, Postsecondary
19-4021.00	Biological Technicians
15-2041.01	Biostatisticians
43-3031.00	Bookkeeping, Accounting, and Auditing Clerks
47-2021.00	Brickmasons and Blockmasons
37-2019.00	Building Cleaning Workers, All Other
13-1199.04	Business Continuity Planners
13-1199.00	Business Operations Specialists, All Other
25-1011.00	Business Teachers, Postsecondary

Code	Occupation
29-2031.00	Cardiovascular Technologists and Technicians
43-5011.00	Cargo and Freight Agents
47-2031.00	Carpenters
17-1021.00	Cartographers and Photogrammetrists
41-2011.00	Cashiers
47-2051.00	Cement Masons and Concrete Finishers
35-1011.00	Chefs and Head Cooks
25-1052.00	Chemistry Teachers, Postsecondary
21-1021.00	Child, Family, and School Social Workers
39-9011.00	Childcare Workers
29-1011.00	Chiropractors
17-2051.00	Civil Engineers
53-7061.00	Cleaners of Vehicles and Equipment
19-2041.01	Climate Change Analysts
15-2041.02	Clinical Data Managers
29-1141.04	Clinical Nurse Specialists
19-3031.02	Clinical Psychologists
11-9121.01	Clinical Research Coordinators
19-3031.00	Clinical, Counseling, and School Psychologists
27-2022.00	Coaches and Scouts
35-3021.00	Combined Food Preparation and Serving Workers, Including Fast Food
49-9092.00	Commercial Divers
43-2099.00	Communications Equipment Operators, All Other
25-1122.00	Communications Teachers, Postsecondary
21-1099.00	Community and Social Service Specialists, All Other
21-1094.00	Community Health Workers
15-1111.00	Computer and Information Research Scientists
11-3021.00	Computer and Information Systems Managers
51-4012.00	Computer Numerically Controlled Machine Tool Programmers, Metal and Plastic
15-1151.00	Computer User Support Specialists
39-6012.00	Concierges
47-4011.00	Construction and Building Inspectors
47-4099.00	Construction and Related Workers, All Other
47-2031.01	Construction Carpenters
47-2061.00	Construction Laborers
11-9021.00	Construction Managers
35-2014.00	Cooks, Restaurant
13-1051.00	Cost Estimators
39-3092.00	Costume Attendants
19-3031.03	Counseling Psychologists
21-1019.00	Counselors, All Other
35-3022.00	Counter Attendants, Cafeteria, Food Concession, and Coffee Shop
43-5021.00	Couriers and Messengers
13-2071.00	Credit Counselors
25-1111.00	Criminal Justice and Law Enforcement Teachers, Postsecondary
29-1141.03	Critical Care Nurses
25-4012.00	Curators
43-4051.00	Customer Service Representatives
13-1199.03	Customs Brokers
29-2011.01	Cytogenetic Technologists
29-2011.02	Cytotechnologists

Code	Occupation
15-1141.00	Database Administrators
31-9091.00	Dental Assistants
29-2021.00	Dental Hygienists
51-9081.00	Dental Laboratory Technicians
29-1029.00	Dentists, All Other Specialists
29-1021.00	Dentists, General
29-1069.02	Dermatologists
47-5011.00	Derrick Operators, Oil and Gas
29-2032.00	Diagnostic Medical Sonographers
29-1031.00	Dietitians and Nutritionists
27-2012.02	Directors- Stage, Motion Pictures, Television, and Radio
11-9039.01	Distance Learning Coordinators
47-5021.00	Earth Drillers, Except Oil and Gas
25-1063.00	Economics Teachers, Postsecondary
11-9039.00	Education Administrators, All Other
11-9033.00	Education Administrators, Postsecondary
11-9031.00	Education Administrators, Preschool and Childcare Center/Program
25-1081.00	Education Teachers, Postsecondary
25-9099.00	Education, Training, and Library Workers, All Other
21-1012.00	Educational, Guidance, School, and Vocational Counselors
49-9051.00	Electrical Power-Line Installers and Repairers
25-2021.00	Elementary School Teachers, Except Special Education
47-4021.00	Elevator Installers and Repairers
29-2041.00	Emergency Medical Technicians and Paramedics
31-9099.02	Endoscopy Technicians
13-1199.01	Energy Auditors
41-3099.01	Energy Brokers
25-1032.00	Engineering Teachers, Postsecondary
25-1123.00	English Language and Literature Teachers, Postsecondary
39-3099.00	Entertainment Attendants and Related Workers, All Other
17-3025.00	Environmental Engineering Technicians
19-2041.02	Environmental Restoration Planners
19-4091.00	Environmental Science and Protection Technicians, Including Health
25-1053.00	Environmental Science Teachers, Postsecondary
19-2041.00	Environmental Scientists and Specialists, Including Health
29-1128.00	Exercise Physiologists
47-5099.00	Extraction Workers, All Other
29-1062.00	Family and General Practitioners
47-4031.00	Fence Erectors
27-4032.00	Film and Video Editors
13-2051.00	Financial Analysts
43-3099.00	Financial Clerks, All Other
13-2061.00	Financial Examiners
11-3031.00	Financial Managers
11-3031.02	Financial Managers, Branch or Department
13-2099.01	Financial Quantitative Analysts
13-2099.00	Financial Specialists, All Other
47-1011.00	First-Line Supervisors of Construction Trades and Extraction Workers
35-1012.00	First-Line Supervisors of Food Preparation and Serving Workers
37-1011.00	First-Line Supervisors of Housekeeping and Janitorial Workers
37-1012.00	First-Line Supervisors of Landscaping, Lawn Service, and Groundskeeping Workers

Code	Occupation
43-1011.00	First-Line Supervisors of Office and Administrative Support Workers
39-1021.00	First-Line Supervisors of Personal Service Workers
41-1011.00	First-Line Supervisors of Retail Sales Workers
45-3011.00	Fishers and Related Fishing Workers
11-9039.02	Fitness and Wellness Coordinators
39-9031.00	Fitness Trainers and Aerobics Instructors
53-2031.00	Flight Attendants
47-2042.00	Floor Layers, Except Carpet, Wood, and Hard Tiles
47-2043.00	Floor Sanders and Finishers
35-2021.00	Food Preparation Workers
35-3041.00	Food Servers, Nonrestaurant
25-1124.00	Foreign Language and Literature Teachers, Postsecondary
19-4092.00	Forensic Science Technicians
33-2022.00	Forest Fire Inspectors and Prevention Specialists
13-2099.04	Fraud Examiners, Investigators and Analysts
43-5011.01	Freight Forwarders
13-1131.00	Fundraisers
11-1021.00	General and Operations Managers
29-9092.00	Genetic Counselors
17-1022.01	Geodetic Surveyors
19-4041.00	Geological and Petroleum Technicians
19-4041.02	Geological Sample Test Technicians
19-4041.01	Geophysical Data Technicians
19-2042.00	Geoscientists, Except Hydrologists and Geographers
47-2121.00	Glaziers
39-5012.00	Hairdressers, Hairstylists, and Cosmetologists
47-4041.00	Hazardous Materials Removal Workers
29-1199.00	Health Diagnosing and Treating Practitioners, All Other
21-1091.00	Health Educators
25-1071.00	Health Specialties Teachers, Postsecondary
29-2099.00	Health Technologists and Technicians, All Other
29-9099.00	Healthcare Practitioners and Technical Workers, All Other
21-1022.00	Healthcare Social Workers
31-9099.00	Healthcare Support Workers, All Other
29-2092.00	Hearing Aid Specialists
49-9021.01	Heating and Air Conditioning Mechanics and Installers
49-9021.00	Heating, Air Conditioning, and Refrigeration Mechanics and Installers
53-3032.00	Heavy and Tractor-Trailer Truck Drivers
47-3019.00	Helpers, Construction Trades, All Other
47-3011.00	Helpers--Brickmasons, Blockmasons, Stonemasons, and Tile and Marble Setters
47-3012.00	Helpers--Carpenters
47-3013.00	Helpers--Electricians
47-5081.00	Helpers--Extraction Workers
49-9098.00	Helpers--Installation, Maintenance, and Repair Workers
47-3015.00	Helpers--Pipelayers, Plumbers, Pipefitters, and Steamfitters
51-9198.00	Helpers--Production Workers
47-3016.00	Helpers--Roofers
25-1125.00	History Teachers, Postsecondary
29-2011.03	Histotechnologists and Histologic Technicians
31-1011.00	Home Health Aides
29-1069.03	Hospitalists

Code	Occupation
17-2112.01	Human Factors Engineers and Ergonomists
45-3021.00	Hunters and Trappers
19-2043.00	Hydrologists
19-2041.03	Industrial Ecologists
17-2112.00	Industrial Engineers
15-1122.00	Information Security Analysts
25-9031.00	Instructional Coordinators
25-9031.01	Instructional Designers and Technologists
47-2132.00	Insulation Workers, Mechanical
43-9041.00	Insurance Claims and Policy Processing Clerks
43-9041.01	Insurance Claims Clerks
43-9041.02	Insurance Policy Processing Clerks
41-3021.00	Insurance Sales Agents
29-1063.00	Internists, General
27-3091.00	Interpreters and Translators
13-2099.03	Investment Underwriters
37-2011.00	Janitors and Cleaners, Except Maids and Housekeeping Cleaners
53-7062.00	Laborers and Freight, Stock, and Material Movers, Hand
37-3011.00	Landscaping and Groundskeeping Workers
25-1112.00	Law Teachers, Postsecondary
29-2061.00	Licensed Practical and Licensed Vocational Nurses
19-4099.00	Life, Physical, and Social Science Technicians, All Other
53-3033.00	Light Truck or Delivery Services Drivers
13-2071.01	Loan Counselors
43-4131.00	Loan Interviewers and Clerks
13-2072.00	Loan Officers
29-1122.01	Low Vision Therapists, Orientation and Mobility Specialists, and Vision Rehabilitation Therapists
29-2035.00	Magnetic Resonance Imaging Technologists
37-2012.00	Maids and Housekeeping Cleaners
49-9071.00	Maintenance and Repair Workers, General
39-5091.00	Makeup Artists, Theatrical and Performance
13-1111.00	Management Analysts
39-5092.00	Manicurists and Pedicurists
17-3031.02	Mapping Technicians
17-2121.02	Marine Architects
17-2121.01	Marine Engineers
17-2121.00	Marine Engineers and Naval Architects
13-1161.00	Market Research Analysts and Marketing Specialists
11-2021.00	Marketing Managers
43-5081.02	Marking Clerks
21-1013.00	Marriage and Family Therapists
31-9011.00	Massage Therapists
15-2099.00	Mathematical Science Occupations, All Other
15-2021.00	Mathematicians
49-9011.00	Mechanical Door Repairers
27-3099.00	Media and Communication Workers, All Other
29-2012.00	Medical and Clinical Laboratory Technicians
29-2011.00	Medical and Clinical Laboratory Technologists
11-9111.00	Medical and Health Services Managers
51-9082.00	Medical Appliance Technicians
31-9092.00	Medical Assistants

Code	Occupation
31-9093.00	Medical Equipment Preparers
29-2071.00	Medical Records and Health Information Technicians
19-1042.00	Medical Scientists, Except Epidemiologists
43-6013.00	Medical Secretaries
13-1121.00	Meeting, Convention, and Event Planners
21-1023.00	Mental Health and Substance Abuse Social Workers
21-1014.00	Mental Health Counselors
29-9099.01	Midwives
49-9044.00	Millwrights
53-3099.00	Motor Vehicle Operators, All Other
25-4013.00	Museum Technicians and Conservators
39-9011.01	Nannies
11-9121.00	Natural Sciences Managers
29-1199.04	Naturopathic Physicians
29-2099.01	Neurodiagnostic Technologists
29-1069.04	Neurologists
19-3039.01	Neuropsychologists and Clinical Neuropsychologists
39-2021.00	Nonfarm Animal Caretakers
29-1069.05	Nuclear Medicine Physicians
29-2033.00	Nuclear Medicine Technologists
29-1151.00	Nurse Anesthetists
29-1161.00	Nurse Midwives
29-1171.00	Nurse Practitioners
31-1014.00	Nursing Assistants
25-1072.00	Nursing Instructors and Teachers, Postsecondary
29-1064.00	Obstetricians and Gynecologists
29-9012.00	Occupational Health and Safety Technicians
29-1122.00	Occupational Therapists
31-2012.00	Occupational Therapy Aides
31-2011.00	Occupational Therapy Assistants
43-9061.00	Office Clerks, General
13-1199.06	Online Merchants
47-2073.00	Operating Engineers and Other Construction Equipment Operators
15-2031.00	Operations Research Analysts
51-9083.00	Ophthalmic Laboratory Technicians
29-2057.00	Ophthalmic Medical Technicians
29-2099.05	Ophthalmic Medical Technologists
29-1069.06	Ophthalmologists
29-2081.00	Opticians, Dispensing
29-1041.00	Optometrists
29-1022.00	Oral and Maxillofacial Surgeons
43-5081.04	Order Fillers, Wholesale and Retail Sales
29-1023.00	Orthodontists
29-1199.05	Orthoptists
29-2091.00	Orthotists and Prosthetists
49-3053.00	Outdoor Power Equipment and Other Small Engine Mechanics
53-7064.00	Packers and Packagers, Hand
23-2011.00	Paralegals and Legal Assistants
29-1069.07	Pathologists
43-4051.03	Patient Representatives
47-2071.00	Paving, Surfacing, and Tamping Equipment Operators
29-1065.00	Pediatricians, General

Code	Occupation
39-9021.00	Personal Care Aides
13-2052.00	Personal Financial Advisors
17-2171.00	Petroleum Engineers
29-2052.00	Pharmacy Technicians
25-1126.00	Philosophy and Religion Teachers, Postsecondary
31-9097.00	Phlebotomists
29-1069.08	Physical Medicine and Rehabilitation Physicians
31-2022.00	Physical Therapist Aides
31-2021.00	Physical Therapist Assistants
29-1123.00	Physical Therapists
29-1071.00	Physician Assistants
29-1069.00	Physicians and Surgeons, All Other
19-2012.00	Physicists
25-1054.00	Physics Teachers, Postsecondary
47-2072.00	Pile-Driver Operators
47-2152.01	Pipe Fitters and Steamfitters
47-2151.00	Pipelayers
47-2152.02	Plumbers
47-2152.00	Plumbers, Pipefitters, and Steamfitters
29-1081.00	Podiatrists
25-1065.00	Political Science Teachers, Postsecondary
19-4099.02	Precision Agriculture Technicians
25-2011.00	Preschool Teachers, Except Special Education
29-1069.09	Preventive Medicine Physicians
33-9021.00	Private Detectives and Investigators
27-2012.01	Producers
27-2012.00	Producers and Directors
27-2012.03	Program Directors
11-9141.00	Property, Real Estate, and Community Association Managers
29-1024.00	Prosthodontists
29-1066.00	Psychiatrists
19-3039.00	Psychologists, All Other
25-1066.00	Psychology Teachers, Postsecondary
11-2031.00	Public Relations and Fundraising Managers
53-7072.00	Pump Operators, Except Wellhead Pumpers
19-4099.01	Quality Control Analysts
29-1124.00	Radiation Therapists
29-2099.06	Radiologic Technicians
29-2034.00	Radiologic Technologists
29-1069.10	Radiologists
43-4171.00	Receptionists and Information Clerks
25-1193.00	Recreation and Fitness Studies Teachers, Postsecondary
49-9021.02	Refrigeration Mechanics and Installers
53-7081.00	Refuse and Recyclable Material Collectors
29-1141.00	Registered Nurses
21-1015.00	Rehabilitation Counselors
47-2171.00	Reinforcing Iron and Rebar Workers
19-4099.03	Remote Sensing Technicians
39-9041.00	Residential Advisors
29-1126.00	Respiratory Therapists
41-2031.00	Retail Salespersons
49-9096.00	Riggers

Code	Occupation
13-2099.02	Risk Management Specialists
47-2181.00	Roofers
47-5012.00	Rotary Drill Operators, Oil and Gas
47-2031.02	Rough Carpenters
47-5071.00	Roustabouts, Oil and Gas
41-9099.00	Sales and Related Workers, All Other
41-3099.00	Sales Representatives, Services, All Other
41-4012.00	Sales Representatives, Wholesale and Manufacturing, Except Technical and Scientific Products
19-3031.01	School Psychologists
43-6014.00	Secretaries and Administrative Assistants, Except Legal, Medical, and Executive
49-2098.00	Security and Fire Alarm Systems Installers
33-9032.00	Security Guards
13-1199.02	Security Management Specialists
47-4091.00	Segmental Pavers
25-3021.00	Self-Enrichment Education Teachers
47-4071.00	Septic Tank Servicers and Sewer Pipe Cleaners
47-5013.00	Service Unit Operators, Oil, Gas, and Mining
27-1027.00	Set and Exhibit Designers
39-5093.00	Shampooers
39-5094.00	Skincare Specialists
11-9151.00	Social and Community Service Managers
21-1093.00	Social and Human Service Assistants
25-1069.00	Social Sciences Teachers, Postsecondary, All Other
25-1113.00	Social Work Teachers, Postsecondary
25-1067.00	Sociology Teachers, Postsecondary
15-1132.00	Software Developers, Applications
15-1133.00	Software Developers, Systems Software
47-1011.03	Solar Energy Installation Managers
47-2231.00	Solar Photovoltaic Installers
47-4099.02	Solar Thermal Installers and Technicians
39-1021.01	Spa Managers
25-2059.00	Special Education Teachers, All Other
25-2051.00	Special Education Teachers, Preschool
29-1127.00	Speech-Language Pathologists
31-9099.01	Speech-Language Pathology Assistants
29-1069.11	Sports Medicine Physicians
43-3021.01	Statement Clerks
15-2041.00	Statisticians
43-5081.00	Stock Clerks and Order Fillers
43-5081.01	Stock Clerks, Sales Floor
43-5081.03	Stock Clerks- Stockroom, Warehouse, or Storage Yard
47-2022.00	Stonemasons
47-2221.00	Structural Iron and Steel Workers
21-1011.00	Substance Abuse and Behavioral Disorder Counselors
29-1067.00	Surgeons
29-2099.07	Surgical Assistants
29-2055.00	Surgical Technologists
17-3031.00	Surveying and Mapping Technicians
17-3031.01	Surveying Technicians
17-1022.00	Surveyors

Code	Occupation
13-1199.05	Sustainability Specialists
27-2012.04	Talent Directors
13-2082.00	Tax Preparers
25-9041.00	Teacher Assistants
25-3099.00	Teachers and Instructors, All Other
51-2092.00	Team Assemblers
27-2012.05	Technical Directors/Managers
27-3042.00	Technical Writers
47-2053.00	Terrazzo Workers and Finishers
29-1129.00	Therapists, All Other
47-2044.00	Tile and Marble Setters
39-7011.00	Tour Guides and Escorts
11-3131.00	Training and Development Managers
13-1151.00	Training and Development Specialists
17-2051.01	Transportation Engineers
11-3031.01	Treasurers and Controllers
37-3013.00	Tree Trimmers and Pruners
25-3099.02	Tutors
19-3051.00	Urban and Regional Planners
29-1069.12	Urologists
29-1131.00	Veterinarians
31-9096.00	Veterinary Assistants and Laboratory Animal Caretakers
29-2056.00	Veterinary Technologists and Technicians
35-3031.00	Waiters and Waitresses
11-9121.02	Water Resource Specialists
47-4099.03	Weatherization Installers and Technicians
15-1134.00	Web Developers
53-7073.00	Wellhead Pumpers
49-9081.00	Wind Turbine Service Technicians

資料來源：美國 O*NET

附表 12　美國 O*NET 新興工作(New Emerging List)職業類別名單

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
Electrical Engineering Technologists	Adv Manufacturing	Apply engineering theory and technical skills to support electrical engineering activities such as process control, electrical power distribution, and instrumentation design. Prepare layouts of machinery and equipment, plan the flow of work, conduct statistical studies and analyze production costs.
Electromechanical Engineering Technologists	Adv Manufacturing	Apply engineering theory and technical skills to support electromechanical engineering activities such as computer-based process control, instrumentation, and machine design. Prepare layouts of machinery and equipment, plan the flow of work, conduct statistical studies and analyze production costs.
Electronics Engineering Technologists	Adv Manufacturing	Apply engineering theory and technical skills to support electronics engineering activities such as electronics systems and instrumentation design and digital signal processing.
Industrial Engineering Technologists	Adv Manufacturing	Apply engineering theory and technical skills to support industrial engineering activities such as quality control, inventory control and material flow methods. May conduct statistical studies and analyze production costs.
Manufacturing Engineering Technologists	Adv Manufacturing	Apply engineering theory and technical skills to support manufacturing engineering activities. Develop tools, implement designs and integrate machinery, equipment and computer technologies to ensure effective manufacturing processes.
Manufacturing Engineers	Adv Manufacturing	Apply knowledge of materials and engineering theory and methods to design, integrate, and improve manufacturing systems or related processes. May work with commercial or industrial designers to refine product designs to increase producibility and decrease costs.
Manufacturing Production Technicians	Adv Manufacturing	Apply knowledge of manufacturing engineering systems and tools to set up, test, and adjust manufacturing machinery and equipment, using any combination of electrical, electronic, mechanical, hydraulic, pneumatic and computer technologies.
Mechanical Engineering Technologists	Adv Manufacturing	Apply engineering theory and technical skills to support mechanical engineering activities such as generation, transmission and use of mechanical and fluid energy. Prepare layouts of machinery and equipment and plan the flow of work. May conduct statistical studies and analyze production costs.
Mechatronics Engineers	Adv Manufacturing	Apply knowledge of mechanical, electrical, and computer engineering theory and methods to the design of automation, intelligent systems, smart devices, or industrial systems control.
Microsystems Engineers	Adv Manufacturing	Apply knowledge of electronic and mechanical engineering theory and methods, as well as specialized manufacturing technologies, to design

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
		and develop microelectromechanical systems (MEMS) devices.
Photonics Engineers	Adv Manufacturing	Apply knowledge of engineering and mathematical theory and methods to design technologies specializing in light information and light energy.
Photonics Technicians	Adv Manufacturing	Build, install, test, and maintain optical and fiber optic equipment such as lasers, lenses and mirrors using spectrometers, interferometers, or related equipment.
Robotics Engineers	Adv Manufacturing	Research, design, develop, and test robotic applications.
Robotics Technicians	Adv Manufacturing	Build, install, test, and maintain robotic equipment or related automated production systems.
Human Factors Engineers and Ergonomists	Aerospace	Design objects, facilities, and environments to optimize human well-being and overall system performance, applying theory, principles, and data regarding the relationship between humans and respective technology. Investigate and analyze characteristics of human behavior and performance as it relates to the use of technology.
Automotive Engineering Technicians	Automotive	Assist engineers in determining the practicality of proposed product design changes, and plan and carry out tests on experimental test devices and equipment for performance, durability and efficiency.
Automotive Engineers	Automotive	Develop new or improved designs for vehicle structural members, engines, transmissions and other vehicle systems, using computer-assisted design technology. Direct building, modification, and testing of vehicle and components.
Fuel Cell Engineers	Automotive	Design, evaluate, modify, and construct fuel cell components and systems for transportation, stationary, or portable applications.
Fuel Cell Technicians	Automotive	Install, operate, and maintain integrated fuel cell systems in transportation, stationary, or portable applications.
Biochemical Engineers	Biotechnology	Apply knowledge of biology, chemistry, and engineering to develop usable, tangible products. Solve problems related to materials, systems and processes that interact with humans, plants, animals, microorganisms, and biological materials.
Bioinformatics Scientists	Biotechnology	Conduct research using bioinformatics theory and methods in areas such as pharmaceuticals, medical technology, biotechnology, computational biology, proteomics, computer information science, biology and medical informatics. May design databases and develop algorithms for processing and analyzing genomic information, or other biological information.
Bioinformatics Technicians	Biotechnology	Apply principles and methods of bioinformatics to assist scientists in areas such as pharmaceuticals, medical technology, biotechnology, computational biology, proteomics, computer information science, biology and medical informatics. Apply bioinformatics tools to visualize, analyze,

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
		manipulate or interpret molecular data. May build and maintain databases for processing and analyzing genomic or other biological information.
Biostatisticians	Biotechnology	Develop and apply biostatistical theory and methods to the study of life sciences.
Clinical Data Managers	Biotechnology	Apply knowledge of health care and database management to analyze clinical data, and to identify and report trends.
Clinical Research Coordinators	Biotechnology	Plan, direct, or coordinate clinical research projects. Direct the activities of workers engaged in clinical research projects to ensure compliance with protocols and overall clinical objectives. May evaluate and analyze clinical data.
Geneticists	Biotechnology	Research and study the inheritance of traits at the molecular, organism or population level. May evaluate or treat patients with genetic disorders.
Molecular and Cellular Biologists	Biotechnology	Research and study cellular molecules and organelles to understand cell function and organization.
Quality Control Analysts	Biotechnology	Conduct tests to determine quality of raw materials, bulk intermediate and finished products. May conduct stability sample tests.
Quality Control Systems Managers	Biotechnology	Plan, direct, or coordinate quality assurance programs. Formulate quality control policies and control quality of laboratory and production efforts.
Regulatory Affairs Managers	Biotechnology	Plan, direct, or coordinate production activities of an organization to ensure compliance with regulations and standard operating procedures.
Regulatory Affairs Specialists	Biotechnology	Coordinate and document internal regulatory processes, such as internal audits, inspections, license renewals or registrations. May compile and prepare materials for submission to regulatory agencies.
Validation Engineers	Biotechnology	Design and plan protocols for equipment and processes to produce products meeting internal and external purity, safety, and quality requirements.
Energy Engineers	Construction	Design, develop, and evaluate energy-related projects and programs to reduce energy costs or improve energy efficiency during the designing, building, or remodeling stages of construction. May specialize in electrical systems; heating, ventilation, and air-conditioning (HVAC) systems; green buildings; lighting; air quality; or energy procurement.
Non-Destructive Testing Specialists	Construction	Test the safety of structures, vehicles, or vessels using x-ray, ultrasound, fiber optic or related equipment.
Security Management Specialists	Construction	Conduct security assessments for organizations, and design security systems and processes. May specialize in areas such as physical security, personnel security, and information security. May work in fields such as health care, banking, gaming, security engineering, or manufacturing.

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
Adaptive Physical Education Specialists	Education	Provide individualized physical education instruction or services to children, youth or adults with exceptional physical needs, due to gross motor developmental delays or other impairments.
Distance Learning Coordinators	Education	Coordinate day-to-day operations of distance learning programs and schedule courses.
Fitness and Wellness Coordinators	Education	Manage fitness and wellness programs and services. Direct and train staff of health educators, fitness instructors, or recreation workers.
Instructional Designers and Technologists	Education	Develop instructional materials and products and assist in the technology-based redesign of courses. Assist faculty in learning about, becoming proficient in, and applying instructional technology.
Tutors	Education	Provide non-classroom, academic instruction to students on an individual or small-group basis for proactive or remedial purposes.
Compliance Managers	Energy	Plan, direct, or coordinate activities of an organization to ensure compliance with ethical or regulatory standards.
Energy Auditors	Energy	Conduct energy audits of buildings, building systems and process systems. May also conduct investment grade audits of buildings or systems.
Energy Brokers	Energy	Purchase or sell energy for customers.
Financial Quantitative Analysts	Financial	Develop quantitative financial products used to inform individuals and financial institutions engaged in saving, lending, investing, borrowing, or managing risk. Investigate methods for financial analysis to create mathematical models used to develop improved analytical tools and advanced financial investment instruments.
Fraud Examiners, Investigators and Analysts	Financial	Obtain evidence, take statements, produce reports, and testify to findings regarding resolution of fraud allegations. May coordinate fraud detection and prevention activities.
Investment Fund Managers	Financial	Plan, direct, or coordinate investment strategy or operations for a large pool of liquid assets supplied by institutional investors or individual investors.
Investment Underwriters	Financial	Intermediate between corporate issuers of securities and clients regarding private equity investments. Underwrite the issuance of securities to provide capital for client growth. Negotiate and structure the terms of mergers and acquisitions.
Risk Management Specialists	Financial	Analyze and make decisions on risk management issues by identifying, measuring and managing operational and enterprise risks for an organization.
Securities and Commodities Traders	Financial	Buy and sell securities and commodities to transfer debt, capital, or risk. Establish and negotiate unit prices and terms of sale.
Geodetic Surveyors	Geospatial	Measure large areas of the Earth's surface using satellite observations, global navigation satellite systems (GNSS), light detection and ranging (LIDAR), or related sources.
Geographic Information Systems Technicians	Geospatial	Assist scientists, technologists, and related professionals in building, maintaining, modifying, and using geographic information systems (GIS) databases. May also perform some custom

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
		application development and provide user support.
Geospatial Information Scientists and Technologists	Geospatial	Research and develop geospatial technologies. May produce databases, perform applications programming or coordinate projects. May specialize in areas such as agriculture, mining, health care, retail trade, urban planning or military intelligence.
Precision Agriculture Technicians	Geospatial	Apply geospatial technologies, including geographic information systems (GIS) and Global Positioning System (GPS), to agricultural production and management activities, such as pest scouting, site-specific pesticide application, yield mapping, and variable-rate irrigation. May use computers to develop and analyze maps and remote sensing images to compare physical topography with data on soils, fertilizer, pests or weather.
Remote Sensing Scientists and Technologists	Geospatial	Apply remote sensing principles and methods to analyze data and solve problems in areas such as natural resource management, urban planning, and homeland security. May develop new analytical techniques and sensor systems or develop new applications for existing systems.
Remote Sensing Technicians	Geospatial	Apply remote sensing technologies to assist scientists in areas such as natural resources, urban planning, and homeland security. May prepare flight plans and sensor configurations for flight trips.
Biofuels Processing Technicians	Green	Calculate, measure, load, mix, and process refined feedstock with additives in fermentation or reaction process vessels and monitor production process. Perform, and keep records of, plant maintenance, repairs, and safety inspections.
Biofuels Production Managers	Green	Manage operations at biofuels power generation facilities. Collect and process information on plant performance, diagnose problems, and design corrective procedures.
Biofuels/Biodiesel Technology and Product Development Managers	Green	Define, plan, or execute biofuels/biodiesel research programs that evaluate alternative feedstock and process technologies with near-term commercial potential.
Biomass Plant Technicians	Green	Control and monitor biomass plant activities and perform maintenance as needed.
Biomass Production Managers	Green	Manage operations at biomass power generation facilities. Direct work activities at plant, including supervision of operations and maintenance staff.
Brownfield Redevelopment Specialists and Site Managers	Green	Participate in planning and directing cleanup and redevelopment of contaminated properties for reuse. Does not include properties sufficiently contaminated to qualify as Superfund sites.
Chief Sustainability Officers	Green	Communicate and coordinate with management, shareholders, customers, and employees to address sustainability issues. Enact or oversee a corporate sustainability strategy.

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
Climate Change Analysts	Green	Research and analyze policy developments related to climate change. Make climate-related recommendations for actions such as legislation, awareness campaigns, or fundraising approaches.
Environmental Economists	Green	Assess and quantify the benefits of environmental alternatives, such as use of renewable energy resources.
Environmental Restoration Planners	Green	Collaborate with field and biology staff to oversee the implementation of restoration projects and to develop new products. Process and synthesize complex scientific data into practical strategies for restoration, monitoring or management.
Geothermal Production Managers	Green	Manage operations at geothermal power generation facilities. Maintain and monitor geothermal plant equipment for efficient and safe plant operations.
Geothermal Technicians	Green	Perform technical activities at power plants or individual installations necessary for the generation of power from geothermal energy sources. Monitor and control operating activities at geothermal power generation facilities and perform maintenance and repairs as necessary. Install, test, and maintain residential and commercial geothermal heat pumps.
Green Marketers	Green	Create and implement methods to market green products and services.
Hydroelectric Plant Technicians	Green	Monitor and control activities associated with hydropower generation. Operate plant equipment, such as turbines, pumps, valves, gates, fans, electric control boards, and battery banks. Monitor equipment operation and performance and make necessary adjustments to ensure optimal performance. Perform equipment maintenance and repair as necessary.
Hydroelectric Production Managers	Green	Manage operations at hydroelectric power generation facilities. Maintain and monitor hydroelectric plant equipment for efficient and safe plant operations.
Industrial Ecologists	Green	Study or investigate industrial production and natural ecosystems to achieve high production, sustainable resources, and environmental safety or protection. May apply principles and activities of natural ecosystems to develop models for industrial systems.
Methane/Landfill Gas Collection System Operators	Green	Direct daily operations, maintenance, or repair of landfill gas projects, including maintenance of daily logs, determination of service priorities, and compliance with reporting requirements.
Methane/Landfill Gas Generation System Technicians	Green	Monitor, operate, and maintain landfill gas collection system components and environmental monitoring and control systems.
Recycling and Reclamation Workers	Green	Prepare and sort materials or products for recycling. Identify and remove hazardous substances. Dismantle components of products such as appliances.
Recycling Coordinators	Green	Supervise curbside and drop-off recycling programs for municipal governments or private firms.

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
Solar Energy Installation Managers	Green	Direct work crews installing residential or commercial solar photovoltaic or thermal systems.
Solar Energy Systems Engineers	Green	Perform site-specific engineering analysis or evaluation of energy efficiency and solar projects involving residential, commercial, or industrial customers. Design solar domestic hot water and space heating systems for new and existing structures, applying knowledge of structural energy requirements, local climates, solar technology, and thermodynamics.
Solar Photovoltaic Installers	Green	Assemble, install, or maintain solar photovoltaic (PV) systems on roofs or other structures in compliance with site assessment and schematics. May include measuring, cutting, assembling, and bolting structural framing and solar modules. May perform minor electrical work such as current checks.
Solar Sales Representatives and Assessors	Green	Contact new or existing customers to determine their solar equipment needs, suggest systems or equipment, or estimate costs.
Solar Thermal Installers and Technicians	Green	Install or repair solar energy systems designed to collect, store, and circulate solar-heated water for residential, commercial or industrial use.
Sustainability Specialists	Green	Address organizational sustainability issues, such as waste stream management, green building practices, and green procurement plans.
Water Resource Specialists	Green	Design or implement programs and strategies related to water resource issues such as supply, quality, and regulatory compliance issues.
Water/Wastewater Engineers	Green	Design or oversee projects involving provision of fresh water, disposal of wastewater and sewage, or prevention of flood-related damage. Prepare environmental documentation for water resources, regulatory program compliance, data management and analysis, and field work. Perform hydraulic modeling and pipeline design.
Weatherization Installers and Technicians	Green	Perform a variety of activities to weatherize homes and make them more energy efficient. Duties include repairing windows, insulating ducts, and performing heating, ventilating, and air-conditioning (HVAC) work. May perform energy audits and advise clients on energy conservation measures.
Wind Energy Engineers	Green	Design underground or overhead wind farm collector systems and prepare and develop site specifications.
Wind Energy Operations Managers	Green	Manage wind field operations, including personnel, maintenance activities, financial activities, and planning.
Wind Energy Project Managers	Green	Lead or manage the development and evaluation of potential wind energy business opportunities, including environmental studies, permitting, and proposals. May also manage construction of projects.
Wind Turbine Service Technicians	Green	Inspect, diagnose, adjust, or repair wind turbines. Perform maintenance on wind turbine equipment including resolving electrical, mechanical, and

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
		hydraulic malfunctions.
Acupuncturists	Health Care	Provide treatment of symptoms and disorders using needles and small electrical currents. May provide massage treatment. May also provide preventive treatments.
Acute Care Nurses	Health Care	Provide advanced nursing care for patients with acute conditions such as heart attacks, respiratory distress syndrome, or shock. May care for pre- and post-operative patients or perform advanced, invasive diagnostic or therapeutic procedures.
Advanced Practice Psychiatric Nurses	Health Care	Provide advanced nursing care for patients with psychiatric disorders. May provide psychotherapy under the direction of a psychiatrist.
Allergists and Immunologists	Health Care	Diagnose, treat, and help prevent allergic diseases and disease processes affecting the immune system.
Anesthesiologist Assistants	Health Care	Assist anesthesiologists in the administration of anesthesia for surgical and non-surgical procedures. Monitor patient status and provide patient care during surgical treatment.
Clinical Nurse Specialists	Health Care	Plan, direct, or coordinate the daily patient care activities in a clinical practice. Ensure adherence to established clinical policies, protocols, regulations, and standards.
Critical Care Nurses	Health Care	Provide advanced nursing care for patients in critical or coronary care units.
Cytogenetic Technologists	Health Care	Analyze chromosomes found in biological specimens such as amniotic fluids, bone marrow, and blood to aid in the study, diagnosis, or treatment of genetic diseases.
Cytotechnologists	Health Care	Stain, mount, and study cells to detect evidence of cancer, hormonal abnormalities, and other pathological conditions following established standards and practices.
Dermatologists	Health Care	Diagnose, treat, and help prevent diseases or other conditions of the skin.
Electroneurodiagnostic Technologists	Health Care	Conduct electroneurodiagnostic (END) tests such as electroencephalograms, evoked potentials, polysomnograms, or electronystagmograms. May perform nerve conduction studies.
Endoscopy Technicians	Health Care	Maintain a sterile field to provide support for physicians and nurses during endoscopy procedures. Prepare and maintain instruments and equipment. May obtain specimens.
Genetic Counselors	Health Care	Assess individual or family risk for a variety of inherited conditions, such as genetic disorders and birth defects. Provide information to other health care providers or to individuals and families concerned with the risk of inherited conditions. Advise individuals and families to support informed decision making and coping methods for those at risk. May help conduct research related to genetic conditions or genetic counseling.
Hearing Aid Specialists	Health Care	Select and fit hearing aids for customers. Administer and interpret tests of hearing. Assess

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
		hearing instrument efficacy. Take ear impressions and prepare, design, and modify ear molds.
Histotechnologists and Histologic Technicians	Health Care	Prepare histologic slides from tissue sections for microscopic examination and diagnosis by pathologists. May assist in research studies.
Hospitalists	Health Care	Provide inpatient care predominantly in settings such as medical wards, acute care units, intensive care units, rehabilitation centers, or emergency rooms. Manage and coordinate patient care throughout treatment.
Informatics Nurse Specialists	Health Care	Apply knowledge of nursing and informatics to assist in the design, development, and ongoing modification of computerized health care systems. May educate staff and assist in problem solving to promote the implementation of the health care system.
Low Vision Therapists, Orientation and Mobility Specialists, and Vision Rehabilitation Therapists	Health Care	Provide therapy to patients with visual impairments to improve their functioning in daily life activities. May train patients in activities such as computer use, communication skills, or home management skills.
Midwives	Health Care	Provide prenatal care and childbirth assistance.
Naturopathic Physicians	Health Care	Diagnose, treat, and help prevent diseases using a system of practice that is based on the natural healing capacity of individuals. May use physiological, psychological or mechanical methods. May also use natural medicines, prescription or legend drugs, foods, herbs, or other natural remedies.
Neurologists	Health Care	Diagnose, treat, and help prevent diseases and disorders of the nervous system.
Neuropsychologists and Clinical Neuropsychologists	Health Care	Apply theories and principles of neuropsychology to diagnose and treat disorders of higher cerebral functioning.
Nuclear Medicine Physicians	Health Care	Diagnose and treat diseases using radioactive materials and techniques. May monitor radionuclide preparation, administration, and disposition.
Nurse Anesthetists	Health Care	Administer anesthetics to induce total or partial loss of sensation or consciousness in patients during surgeries, births or other medical and dental procedures.
Nurse Midwives	Health Care	Provide advanced nursing care and education to obstetrical and gynecological patients.
Nurse Practitioners	Health Care	Provide advanced nursing care and treatment to patients. Perform physical examinations, order diagnostic tests, develop treatment plans and prescribe drugs or other therapies.
Ophthalmic Medical Technologists and Technicians	Health Care	Conduct diagnostic tests such as central and peripheral visual field, ocular motility, color vision, or pharmacological pupil tests; or tonometry, tonography and tensilon tonography tests to determine intraocular pressure and pupil testing for size, equality and reaction prior to dilation.
Ophthalmologists	Health Care	Diagnose, treat, and help prevent diseases and injuries of the eyes and related structures.

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
Orthoptists	Health Care	Diagnose and treat visual system disorders such as binocular vision and eye movement impairments.
Pathologists	Health Care	Diagnose presence and stage of diseases using laboratory techniques and patient specimens. Study the nature, cause, and development of diseases. May perform autopsies.
Patient Representatives	Health Care	Assist patients in obtaining services, understanding policies and making health care decisions.
Physical Medicine and Rehabilitation Physicians	Health Care	Diagnose and treat disorders requiring physiotherapy to provide physical, mental, and occupational rehabilitation.
Preventive Medicine Physicians	Health Care	Apply knowledge of general preventive medicine and public health issues to promote health care to groups or individuals, and aid in the prevention or reduction of risk of disease, injury, disability, or death. May practice population-based medicine or diagnose and treat patients in the context of clinical health promotion and disease prevention.
Radiologists	Health Care	Examine and diagnose disorders and diseases using x-rays and radioactive materials. May treat patients.
Speech-Language Pathology Assistants	Health Care	Assist speech-language pathologists in the assessment and treatment of speech, language, voice, and fluency disorders. Implement speech and language programs or activities as planned and directed by speech-language pathologists. Monitor the use of alternative communication devices and systems.
Sports Medicine Physicians	Health Care	Diagnose, treat, and help prevent injuries that occur during sporting events, athletic training, and physical activities.
Urologists	Health Care	Diagnose, treat, and help prevent benign and malignant medical and surgical disorders of the genitourinary system and the renal glands.
Business Continuity Planners	Homeland Security	Develop, maintain and implement business continuity and disaster recovery strategies and solutions. Perform risk analyses. Act as a coordinator for recovery efforts in emergency situations.
Intelligence Analysts	Homeland Security	Gather, analyze, and evaluate information from a variety of sources, such as law enforcement databases, surveillance, intelligence networks and geographic information systems. Use data to anticipate and prevent organized crime activities, such as terrorism.
Security Managers	Homeland Security	Direct an organization's security functions, including physical security and safety of employees, facilities, and assets.
Transportation Security Officers	Homeland Security	Inspect baggage or cargo and screen passengers to detect and prevent potentially dangerous objects from being transported into secure areas or onto aircraft.
Baristas	Hospitality	Prepare or serve specialty coffee or other beverages. Serve food such as baked goods or sandwiches to patrons.

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
Spa Managers	Hospitality	Plan, direct, or coordinate activities of a spa facility. Coordinate programs, schedule and direct staff, and oversee financial activities.
Business Intelligence Analysts	Information Tech	Produce financial and market intelligence by querying data repositories and generating periodic reports. Devise methods for identifying data patterns and trends in available information sources.
Computer Systems Engineers/Architects	Information Tech	Design and develop solutions to complex applications problems, system administration issues, or network concerns. Perform systems management and integration functions.
Data Warehousing Specialists	Information Tech	Design, model, or implement corporate data warehousing activities. Program and configure warehouses of database information and provide support to warehouse users.
Database Architects	Information Tech	Design strategies for enterprise database systems and set standards for operations, programming, and security. Design and construct large relational databases. Integrate new systems with existing warehouse structure and refine system performance and functionality.
Document Management Specialists	Information Tech	Implement and administer enterprise-wide document management procedures for the capture, storage, retrieval, sharing, and destruction of electronic records and documents.
Electronic Commerce Specialists	Information Tech	Market products on proprietary websites. Produce online advertising. Determine website content and design. Analyze customer preferences and online sales.
Information Technology Project Managers	Information Tech	Plan, initiate, and manage information technology (IT) projects. Lead and guide the work of technical staff. Serve as liaison between business and technical aspects of projects. Plan project stages and assess business implications for each stage. Monitor progress to assure deadlines, standards, and cost targets are met.
Network Designers	Information Tech	Determine user requirements and design specifications for computer networks. Plan and implement network upgrades.
Software Quality Assurance Engineers and Testers	Information Tech	Develop and execute software test plans in order to identify software problems and their causes.
Telecommunications Specialists	Information Tech	Design or configure voice and data communications systems, supervise installation, and arrange for post-installation service and maintenance.
Video Game Designers	Information Tech	Design core features of video games. Specify innovative game and role-play mechanics, story lines, and character biographies. Create and maintain design documentation. Guide and collaborate with production staff to produce games as designed.
Web Administrators	Information Tech	Manage web environment design, deployment, development and maintenance activities. Perform testing and quality assurance of web sites and web applications.

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
Web Developers	Information Tech	Develop and design web applications and web sites. Create and specify architectural and technical parameters. Direct web site content creation, enhancement and maintenance.
Nanosystems Engineers	Nanotechnology	Design, develop, and supervise the production of materials, devices, and systems of unique molecular or macromolecular composition, applying principles of nanoscale physics and electrical, chemical, and biological engineering.
Nanotechnology Engineering Technicians	Nanotechnology	Operate commercial-scale production equipment to produce, test, and modify materials, devices, and systems of molecular or macromolecular composition. Work under the supervision of engineering staff.
Nanotechnology Engineering Technologists	Nanotechnology	Implement production processes for nanoscale designs to produce and modify materials, devices, and systems of unique molecular or macromolecular composition. Operate advanced microscopy equipment to manipulate nanoscale objects. Work under the supervision of engineering staff.
Loss Prevention Managers	Retail	Plan and direct policies, procedures, or systems to prevent the loss of assets. Determine risk exposure or potential liability, and develop risk control measures.
Loss Prevention Specialists	Retail	Implement procedures and systems to prevent merchandise loss. Conduct audits and investigations of employee activity. May assist in developing policies, procedures, and systems for safeguarding assets.
Online Merchants	Retail	Plan, direct, or coordinate retail activities of businesses operating online. May perform duties such as preparing business strategies, buying merchandise, managing inventory, implementing marketing activities, fulfilling and shipping online orders, and balancing financial records.
Customs Brokers	Transportation	Prepare customs documentation and ensure that shipments meet all applicable laws to facilitate the import and export of goods. Determine and track duties and taxes payable and process payments on behalf of client. Sign documents under a power of attorney. Represent clients in meetings with customs officials and apply for duty refunds and tariff reclassifications. Coordinate transportation and storage of imported goods.
Freight Forwarders	Transportation	Research rates, routings, or modes of transport for shipment of products. Maintain awareness of regulations affecting the international movement of cargo. Make arrangements for additional services such as storage and inland transportation.
Logistics Analysts	Transportation	Analyze product delivery or supply chain processes to identify or recommend changes. May manage route activity including invoicing, electronic bills, and shipment tracing.
Logistics Engineers	Transportation	Design and analyze operational solutions for projects such as transportation optimization, network modeling, process and methods analysis, cost

N&E Occupational Title	Industry Sector	Definition
		containment, capacity enhancement, routing and shipment optimization, and information management.
Logistics Managers	Transportation	Plan, direct, or coordinate purchasing, warehousing, distribution, forecasting, customer service, or planning services. Manage logistics personnel and logistics systems and direct daily operations.
Radio Frequency Identification Device Specialists	Transportation	Design and implement radio frequency identification device (RFID) systems used to track shipments or goods.
Supply Chain Managers	Transportation	Direct, or coordinate production, purchasing, warehousing, distribution, or financial forecasting services and activities to limit costs and improve accuracy, customer service and safety. Examine existing procedures and opportunities for streamlining activities to meet product distribution needs. Direct the movement, storage, and processing of inventory.
Transportation Engineers	Transportation	Develop plans for surface transportation projects according to established engineering standards and state or federal construction policy. Prepare plans, estimates, or specifications to design transportation facilities. Plan alterations and modifications of existing streets, highways, or freeways to improve traffic flow.
Transportation Planners	Transportation	Prepare studies for proposed transportation projects. Gather, compile, and analyze data. Study the use and operation of transportation systems. Develop transportation models or simulations.

資料來源：美國 O*NET

附表 13　勞動市場面臨自動化風險相關文獻整理

	Citibank with Frey and Osborne	Frey and Osborne	ILO
發表時間	2016	2013	2016
文章名稱	Technology at work 2.0	The Future of Employment	ASEAN in Transformation- The Future of Jobs at Risk of Automation
探討主題	分析全球國家未來遭受自動化風險衝擊程度	分析美國勞動市場未來遭受自動化風險衝擊程度	透過 Frey and Osborne (2013)分析方法，分析東南亞 5 國未來工作面臨自動化所受到風險程度
研究範疇	50 個以上國家/區域	美國	柬埔寨、印尼、菲律賓、泰國、越南
研究方法	1. 採用 World Bank(2016)調查結果 2. 採用 CEDEFOP 未來預測新增工作結果 3. 整理美國 O*NET 明亮前景(bright outlook)職業內涵 4. CITI GPS: 問卷結果(無公開方法)	採用 task model 考慮未來電腦化風險對於非例行性工作亦會受到波及影響。面臨電腦化風險參數設定過程，第一階段是採用專家小組主觀判定方式，挑選出 70 個類別未來一定會受到電腦化風險影響。第二階段是利用 O*NET 資料，挑選出 9 個 O*NET 變數，藉以衡量職業未來受到電腦化風險程度指標並修正主觀認定下偏誤	利用 Frey and Osborne (2013)模型，透過職業類別對照，進行東南亞五國自動化風險評估
主要發現	未來工作： 1. CEDEFOP：2013-2025 年會有 950 萬個新增工作 2. 美國 O*NET 結果發展資訊科技是未來最具有前景的工作(62%)、其	美國有 47%就業會受到電腦化且被取代的風險	高風險的職業類別，柬埔寨與越南是紡織成衣作業員、菲律賓為第一線銷售人員、泰國是櫃台人員、印尼是其他作業員

	Citibank with Frey and Osborne	Frey and Osborne	ILO
	次是行銷、銷售、服務(50%)，健康科學(45%)		
研究限制	1. 採用本研究方法並不能推估未來工作機會被取代的發生時間點 2. 僅採用美國職業類別被自動化取代之機率推估各國就業人力變化，並無針對各國職業被自動化取代之機率重新進行估計	1. 採用本研究方法並不能推估未來工作機會被取代的發生時間點 2. 僅採用美國職業類別被自動化取代之機率推估各國就業人力變化，並無針對各國職業被自動化取代之機率重新進行估計	1. 採用本研究方法並不能推估未來工作機會被取代的發生時間點 2. 僅採用美國職業類別被自動化取代之機率推估各國就業人力變化，並無針對各國職業被自動化取代之機率重新進行估計

	OECD	World Bank
發表時間	2016	2016
文章名稱	The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries	World Development Report 2016
探討主題	延伸 Frey and Osborne 方法利用 OECD 技能調查(PIAAC)資料進行跨國自動化分析	延伸 Frey and Osborne 方法利用 World Bank 資料進行跨國自動化分析
研究範疇	21 OECD 國家	42 個國家
研究方法	利用 Frey and Osborne (2013)模型，但採用 PIAAC 資料進行進行 21 個 OECD 國家風險評估 *PIAAC 資料為跨國問卷，主要針對社會經濟特性、技能、工作資訊、工作任務及特性等面向進行調查	利用 Frey and Osborne (2013)模型，進行 42 個國家風險評估
主要發現	平均而言 OECD 21 個國家有 9%的工作機會被取代	平均而言 OECD 有 57%的工作機會被取代，中國大陸是 77%，印度是 69%
研究限制	針對非 PIAAC 問卷調查國家，在沒有問卷調查相關資料配合下，無法進行未來工作機會被取代相關估計	1. 採用本研究方法並不能推估未來工作機會被取代的發生時間點 2. 僅採用美國職業類別被自動化取代之機率推估各國就業人力變化，並無針對各國職業被自動化取代之機率重新進行估計

「創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析」委託研究計畫(第一期)/張建一計畫主持; 花佳正協同主持. -- 初版. -- 臺北市 : 國發會, 民 107.06
面: 表，公分
編號: (107)010.0803
委託單位：國家發展委員會
受託單位：財團法人臺灣經濟研究院

人力需求
542.7

「創新趨勢下『5+2 產業』未來 10 年工作及技能需求分析」委託研究計畫(第一期)
委託單位：國家發展委員會
受託單位：財團法人臺灣經濟研究院
計畫主持人：張建一
協同主持人：花佳正
出版機關：國家發展委員會
電話：02-23165300
地址：臺北市寶慶路 3 號
網址：http://www.ndc.gov.tw/
出版年月：中華民國 107 年 6 月
版次：初版　　刷次：第 1 刷

編號：(107)010.0803　(平裝)